

中学物理教学 参考资料

第二集

江西师范学院物理系编

一九七八年三月

编 者 的 话

英明领袖华主席在全国五届人大第一次会议上，向我们提出了“繁荣社会主义科学教育文化事业”的宏伟任务，发出了“极大地提高整个中华民族的科学化文水平”和“向科学技术现代化进军”的伟大号召。这是华主席为首的党中央赋予全国人民的光荣历史使命。我们教育工作者在完成这项光荣历史使命中，担负着更重大的责任。为了同教育战线上的战友们一道，促进教育革命的不断深入发展，我们在编写《中学物理教学参考资料》第一集的基础上，又编写了本资料的第二集。

这一集的主要内容包括两大部分：第一部分是中学物理复习纲要，编写时，参考了《中学物理教学大纲》（一九七七年征求意见稿）和历年中学物理教材；第二部分是一九七七年全国各省、市（自治区）高等学校招生物理试题汇编，并附有参考解法。因此，本集和第一集一样，对广大中学物理教师在教学中，尤其是在指导学生复习时有一定的参考价值；对具有中学程度的知识青年、学生及物理爱好者，在自学中也有参考作用。

由于编写本资料时间仓促，加上编者缺乏经验，水平有限，因此，错误缺点在所难免，切望广大读者随时批评指正。

者

8年三月

目 录

中学物理复习纲要

第一部分 力学	(1)
一、运动学	(1)
二、牛顿运动定律	(8)
三、静力学	(14)
四、刚体的定轴转动	(17)
五、动量守恒定律和动量矩守恒定律	(18)
六、功与能, 功能定理、机械能守恒定律	(19)
七、万有引力定律	(22)
八、流体力学	(23)
九、振动和波、声学	(24)
第二部分 分子物理学和热学	(28)
(一) 分子热运动	(28)
(二) 气态方程	(29)
(三) 热和功	(31)
(四) 物态变化	(33)
(五) 热机	(35)
第三部分 电学	(36)
一、电场	(36)
二、直流电	(44)
三、磁场、电磁感应	(51)
四、交流电	(56)
五、无线电基础	(68)

第四部分 光学 ·····	(77)
一、光的反射·····	(77)
二、光的折射·····	(78)
三、光学仪器·····	(80)
四、光的本性和物质波·····	(81)
第五部分 原子和原子核物理 ·····	(85)
一、原子结构·····	(85)
二、原子核和原子能·····	(88)

一九七七年全国各省、市、(自治区) 高考物理试题

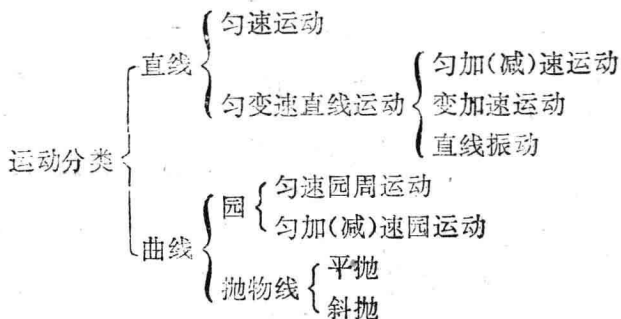
北京市·····	(92)
天津市·····	(95)
河北省·····	(99)
山西省·····	(106)
内蒙古自治区·····	(110)
辽宁省·····	(115)
吉林省·····	(120)
黑龙江·····	(126)
上海市·····	(132)
江苏省·····	(139)
安徽省·····	(144)
山东省·····	(151)
浙江省·····	(156)
福建省·····	(160)
广东省·····	(166)
广西壮族自治区·····	(169)
湖南省·····	(174)
湖北省·····	(179)

河南省	(184)
甘肃省	(198)
陕西省	(203)
宁夏回族自治区	(207)
青海省	(211)
新疆维吾尔自治区	(214)
四川省	(217)
贵州省	(224)
云南省	(226)
西藏自治区	(229)
江西省	(233)

中学物理复习纲要

第一部分 力学

一、运动学



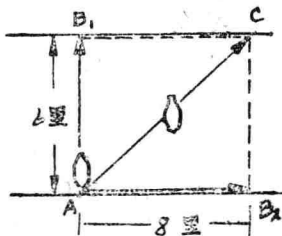
基本概念：速度、加速度。

(1) 特征：矢量性、瞬时性、相对性、独立性。

(2) 规律：平行四边形(或三角形)法则、运动独立性(迭加)原理。

(一) 位移矢量、矢量合成法则

物体运动时位置连续随时变化，例如河水流向东，划船向北、怎样描述船的运动呢？如右图，船从A出发，先设水不动，划船2小时后可达 B_1 ；再设船不划行，只随水流行，2小时后可达 B_2 。这两次位置变化用 $\overrightarrow{AB_1}$ 、 $\overrightarrow{AB_2}$ 两矢量表示，我们称之为位移矢量，简称位移。实

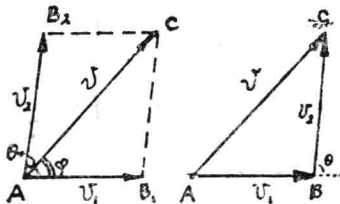


实际上,这两种运动是同时进行的,结果位置变化可用 \vec{AC} 表示, 则 \vec{AC} 叫做合位移, 与 \vec{AB}_1 、 \vec{AB}_2 二分位移之和等效。这个事实用数学式表示为

$$\vec{AC} = \vec{AB}_1 + \vec{AB}_2。$$

如右图画平行四边形, 对角线 \vec{AC} 是合位移, 二邻边为分位移 (叫平行四边形法则)。

为了简化, 可画 $\triangle ABC$ (叫三角形法则)。实验证明, 速度、加速度、力等都是矢量, 也遵守这一法则 (速度矢量加法见右图)。



设二分矢量夹角为 θ , 则合矢量 \vec{V} 为: $\vec{V} = \vec{V}_1 + \vec{V}_2$

$$\text{其值为: } V = \sqrt{V_1^2 + V_2^2 + 2V_1V_2\cos\theta}$$

三角形法则作图法: 如图画 \vec{V}_1 、 \vec{V}_2 首尾相接, 最后画第三边 AC 即为合矢量 \vec{V} , 可用尺量出数值。计算则同上。

决定一个矢量, 要求出它的大小和方向, 如求合速度 \vec{V} , 除算出它的数值外, 还要求出角 ϕ (上图 \vec{V} 与 \vec{V}_1 的夹角)。可以证明

$$\text{tg}\phi = \frac{V_2 \sin \theta}{V_1 + V_2 \cos \theta}$$

习作:

(1) $V_1 = 3$, $V_2 = 4$, $\theta = 60^\circ$ 作图并计算 $V = ?$

(答: 6.08)

(2) $V_1 = 3$, $V_2 = 4$, $\theta = 120^\circ$ 作图并计算 $V = ?$

(答: 3.6)

(3) 上二题作图量出 ϕ , 并用上式计算 ϕ 。

(二) 平均速度与即时速度

1. 一般概念:

平均速度只能表示某一段时间(或一段路程)内粗略的运动情况,不能准确表示某一时刻的运动状态。

即时速度可以精确表示物体在变速运动中某一时刻(或某位置)的运动状态。实验观测表明,即时速度有下列性质:

①矢量性: 1. 有一数值表征运动快慢程度, 2. 有一定方向表示物体在某时刻的运动方向。

②瞬时性: 即时速度是随时变化的, 快慢和方向都可随时变化。

③相对性: 对不同的参照系, V 是不同的。“坐地日行八万里”, 是指对地面静止 ($V=0$) 的人由于地球自转对地轴日行八万里。若对太阳而言(以太阳为参照系), 则由于地球公转每天约走 500 万里。

④独立性: 无数事实和实验证明, 若一物体同时参与几种不同的运动, 则各个运动互不相干, 而物体的总运动就是各个分运动迭加的结果, 这叫运动独立性原理, 又叫运动迭加原理。用矢量式可表示为:

$$\vec{V} = \vec{V}_1 + \vec{V}_2 + \dots + \vec{V}_n$$

加速度也有矢量性、瞬时性、相对性、独立性。

2. 匀变速直线运动

匀 变 速 直 线 运 动		
	初速度 $V_0 = 0$	初速度 $V_0 \neq 0$
运 动 特 点	a 为常量, 它的方向与质点运动方向相同	a 为常量, 当作加速运动时, 它与质点运动方向相同; 当作减速运动时, 它与质点运动方向相反

		匀 变 速 直 线 运 动	
		初速度 $V_0 = 0$	初速度 $V_0 \neq 0$
基 本 公 式	速度公式	$V_t = at$	$V_t = V_0 \pm at$
	平均速度	$\bar{V} = \frac{V_t}{2}$	$\bar{V} = \frac{1}{2}(V_0 + at)$
	路程公式	$S = \frac{1}{2}at^2$	$S = V_0t \pm \frac{1}{2}at^2$
	速度与路程的关系	$V_t^2 = 2aS$	$V_t^2 = V_0^2 \pm 2aS$
特 例	自由落体运动	竖直 \downarrow 抛运动	
将 a 换成 g 后的公式	$V_t = gt$ $h = \frac{1}{2}gt^2$ $V_t^2 = 2gh$	$V_t = V_0 \pm gt$ $h = V_0t \pm \frac{1}{2}gt^2$ $V_t^2 = V_0^2 \pm 2gh$	

路程与位移的区别

	路 程	位 移
意义	路程是物体运动路径的长度，其大小与路径有关	位移是物体在某一时刻的位置与前一时刻位置的空间直线距离
性质	只有大小，没有方向，是标量	有大小，有方向，是矢量
说明	一般来说，路程和位移是两个不同的概念，但在没有往返的直线运动中，路程和位移在数值上相等，在其它情况下二者是不相等的。	

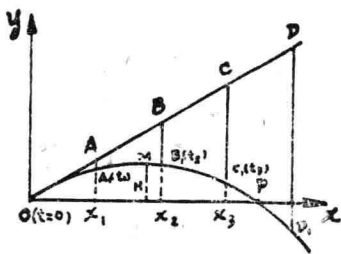
习作：物体以初速 V_0 沿倾角为 θ 的光滑斜面上抛，求加速度 $a = ?$

导出以上三个公式： V 与 t ， S 与 t ， V 与 S 的关系。

3. 斜抛问题（不计空气阻力）：这是曲线运动，按运动独

立性原理，可分解为两个直线运动并用上面的基本公式计算：什么时刻到达什么位置？即时速度的大小与方向。

设物体以初速 V_0 与水平方向夹角 θ 上抛。OC 沿 V_0 方向。



这可分解为一个沿初速度方向作匀速直线运动和一个在竖直方向的自由落体运动。讨论如下：

(1) 位移与轨迹：如图从原点 O 抛出，($t=0$ 在原点)， t_1 时到达 A_1 点， t_2 时到达 B_1 ， t_3 时到达 C_1 。我们讨论 t_1 时的运动情况，沿 OC 方向分位移 OA ， y 方向分位移 AA_1 ， A_1 点坐标为 (x_1, y_1) ，则

$$\begin{cases} OA = V_0 t_1 \\ AA_1 = \frac{1}{2} g t_1^2 \end{cases}$$

$$\text{又} \begin{cases} x_1 = OA \cos \theta = V_0 t_1 \cos \theta \\ y_1 = Ax_1 - AA_1 = OA \sin \theta - \frac{1}{2} g t_1^2 = V_0 t_1 \sin \theta - \frac{1}{2} g t_1^2 \end{cases}$$

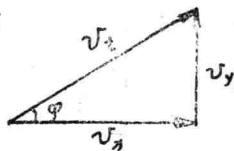
从二式消去 t_1 得轨道方程：

$$y = x \tan \theta - (g/2V_0^2 \cos^2 \theta) x^2$$

(2) 即时速度 V_t 。在轨道上任一时刻的速度 V_t 可分解为 x 方向和 y 方向的分速度： V_x 和 V_y 。 x 方向无外力， $a=0$ ， $V_x = V_0 \cos \theta$ (始终不变)， y 方向加速度为 $-g$ ， $V_y = V_0 \sin \theta - gt$ (随 t 变化)。

$$\begin{aligned} V_t &= \sqrt{V_x^2 + V_y^2} \\ &= \sqrt{(V_0 \cos \theta)^2 + (V_0 \sin \theta - gt)^2} \end{aligned}$$

V_t 的方向决定于 $\angle \phi$



$$\operatorname{tg} \phi = \frac{V_y}{V_x} = \frac{V_0 \sin \theta - gt}{V_0 \cos \theta}$$

(3) 最大高度与水平射程。

达最大高度的条件是 $V_y = 0$ ，计算公式为

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

到达最高点时间：由 $V_y = 0$ ，可得 $t = \frac{V_0 \sin \theta}{g}$

到达地面的时间：由 $y = 0$ ，可得两个 t 值： $t_0 = 0$ （表示开始抛出）和 $t_p = \frac{2V_0 \sin \theta}{g}$ （表示落回地面）。

水平射程，即抛体落地点的水平位移： $x_p = \frac{V_0^2 \sin 2\theta}{g}$

(4) 什么情况下 $y < 0$ ？如出发点 O 高于落地点，则 $y < 0$ 是可能的，显然 $t > t_p$ ，即 $t > 2V_0 \sin \theta / g$ 时，位移是负的 ($y < 0$)

何时 $V_y < 0$ ？ $t > V_0 \sin \theta / g$ 时 $V_y < 0$

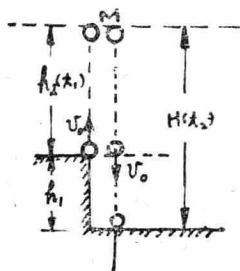
平抛与斜抛运动的比较

运动种类	平 抛	斜 抛
运动特点	由水平方向的匀速直线运动和铅直方向的自由落体运动合成	由水平方向的匀速直线运动和竖直方向的上抛运动合成。或由沿初速度方向的匀速直线运动与竖直方向的自由落体运动合成
运 位 移	$x = V_0 t$ $y = \frac{1}{2} g t^2$	$x = V_0 \cos \alpha t$ $y = V_0 \sin \alpha t - \frac{1}{2} g t^2$
动 速	$V_x = V_0$ $V_y = gt$	$V_y = V_0 \cos \alpha$ $V_y = V_0 \sin \alpha - gt$
规 度	大小： $V = \sqrt{V_x^2 + V_y^2}$ 方向： $\operatorname{tg} \theta = \frac{V_y}{V_x}$	大小： $V = \sqrt{V_x^2 + V_y^2}$ 方向： $\operatorname{tg} \phi = \frac{V_0 \sin \theta - gt}{V_0 \cos \theta}$
律 加 速 度	$a_x = 0$ $a_y = g$	$a_x = 0$ $a_y = -g$

运动种类	平	抛	斜	抛
运动特点	物体在水平方向没有受到力的作用, 依靠惯性作匀速直线运动	物体在竖直方向受重力作用, 故作自由落体运动	物体在水平方向没有受到力的作用, 靠惯性作匀速直线运动	物体在铅直方向受重力作用, 故在到达最高点前作竖直上抛运动, 以后便作自由落体运动。
分析				
讨论	1. 平抛体运动时间, 决定于物体距地的高度, 即 $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$, 可见, 平抛体落地时间与同高度自由落体的落地时间相同。 2. 平抛体水平射程决定于该物体距地的高度和抛出的初速度。		1. 到达最高点所需时间 $t = \frac{V_0 \sin \theta}{g}$ 2. 上升的最大高度 $H_{\max} = \frac{V_0^2 \sin^2 \theta}{g}$ 3. 水平射程 $x = \frac{V_0^2 \sin 2\theta}{g}$	
论				

4. 上抛问题: 从高为 h_1 的高台上以初速 V_0 上抛一物体, 求到达地面的时间及速度。

(1) 按运动独立性原理: 设抛出后 t 秒到达地面其合位移 $\vec{S} = \vec{S}_1$ (以 V_0 向上作匀速运动位移) + \vec{S}_2 (在同时间内自由落下的位移)



设以 V_0 向上为正, 则 \vec{S} 为负, 因 $|\vec{S}| = h_1$, 故

$$-h_1 = V_0 t - \frac{1}{2} g t^2 \quad (1)$$

(2) 上抛后速度的变化, 从台面开始初速为 V_0 , 上升 h_1 到达 M (最高点) 速度为零, 从 M 自由落下, 经过台面时速度为 $V_0' = -V_0$, 落到地面时速度为

$$V_2^2 = V_0'^2 + 2gh_1 = V_0^2 + 2gh_1 \quad (2)$$

(3) 公式(1)可从基本公式导出。设上升时间(从台面
→ M)为 t_1 , 则 $t_1 = V_0/g$ (3)

设从M落至地面时间为 t_2 , $t_2 = V_2/g$ (4)

从台面抛出后落到地面的总时间为 t , $t = t_1 + t_2$, 应用
(3), (4), (2)三式得

$$t = t_1 + t_2 = \frac{V_0}{g} + \frac{V_2}{g} = \frac{V_0}{g} + \frac{\sqrt{V_0^2 + 2gh_1}}{g},$$

整理后即得式(1)。

习作:

(1) 从高45米的塔上以40米/秒的初速度向上发射一小火箭, 求到达地面的时间及速度($g = 10$ 米/秒²) (答: 9秒, 50米/秒)

(2) 把平抛作为斜抛特例, 从高为 h 的台上以水平初速 V_0 抛出小球, 试证落地处水平位移 x 与 y 关系为 $-y = \frac{g}{2V_0^2}x^2$ 。

二、牛顿运动定律

(一) 惯性定律 (牛顿第一定律)

力是什么? 力是物体间的相互作用。力不是无来源的。如说甲物受力 F 作用, F 一定来源于别的物体(如乙)。与此同时, 甲对乙也有力的作用。作用与反作用同时存在。力的表现在于改变受力物体的运动状态(位置、速度的大小和方向)。通常一个物体常受几个力的作用, 而看不出效果, 这是什么原因? 这是因为几个力互相平衡了, 合外力等于零。必须注意, 当物体受力作用看不出效果时, 力的作用仍然客观存在。

实验和实践证明: 当外力的合力为零时, 静止的物体保持静止, 运动的物体保持匀速直线运动, 这就叫惯性定律。惯性

定律揭示了物体有保持运动状态不变（包括静止）的特性。这种特性叫惯性。惯性是物质的最基本的属性之一。在研究物体的运动过程中，不可忽视惯性。如平抛和斜抛运动，物体在水平方向不受力作用（忽略空气阻力），而作惯性（匀速直线）运动；又如上升的气球从空中掉下一物体，这掉下的物体是否马上下落？注意到物体有惯性，就知道这物体还将继续向上作减速运动，直到速度等于零，此后才开始下落。

（二）牛顿第二定律

第二定律表明力、质量与加速度的关系：

$$F = ma,$$

这里 F 是外力的合力。当 $F = 0$ 时， $m \neq 0$ ， $a = 0$ ，物体作匀速直线运动，这正是第一定律所描述的惯性运动。惯性与质量有关，质量大的物体，惯性大，质量小的物体，惯性小。物体有保持运动速度的性质（当合外力为零时），同时，物体也有改变运动速度的性质（当合外力不为零时），这叫变化性。惯性和变化性是同一事物的两个方面，是矛盾的对立统一。实验表明质量就是表征惯性和变化性的物理量。质量大的物体，其惯性大，而其对立面——变化性就小。

但要注意，力与速度没有直接联系， F 大时， a 大，但 V 不一定大。 m 是标量，没有方向性； F 与 a 是矢量， F 与 a 同向、但 F 与 V 不一定同向。例如上抛运动，初速度向上，重力和重力加速度都向下。匀速圆周运动的速度与向心力垂直。

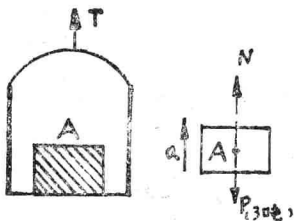
（三）牛顿第三定律

实验证明：力是二物体间的相互作用，作用力和反作用力同时存在，大小相等，方向相反，作用在一条直线上的两个不同的物体上。

必须注意的是二物体间的相互作用力各作用于对方并产生一定效果。但有的效果不易察觉（例如形变极小时，人眼看不出）但可用仪器测量。正因为作用力和反作用力是分别作用在不同的物体上（即对方）故它们不能平衡抵消。只有作用在同一物体上的二力在同一直线上、等值、反向、方能互相平衡抵消。

例题1. 升降机重5吨，其中放货物重3吨，以加速度 1.2 米/秒²上升，求货物对底板压力和钢绳中张力（ $g = 10$ 米/秒²）

解：选货物A为研究对象，分析它所受的力并作隔离体力图。A所受的力有：



①重力 P （画在力图上）；②底板对A的支承力 N 。怎样找 N ？就是分析A和什么物体有直接接触（或联结），从题知A与底板有直接接触，显然底板对A有向上的支承力 N ，在力图中再画力 N 。同时按第三定律，货物对底板有压力 N_1 。 N_1 （向下）不能画在A的力图上，因 N_1 作用在底板上（是A对底板的作用力）。

③A随升降机以加速度 a 上升，在力图上画加速度矢量 a 。按第二定律写运动方程：

$$ma = F \text{ (合外力)}$$

这里 $F = N$ （与 a 同向为正） $- P$ （与 a 反向为负），

$$\therefore ma = N - P$$

$$N = ma + P = m(a + g)$$

$$= 3000(1.2 + 10) = 33600 \text{ (牛顿)} = 3360 \text{ 公斤}$$

代入数值计算时，须注意单位的一致。

④钢绳与升降机联结，它们之间有相互作用力。取升降机为研究对象，分析升降机所受的力有重力（包括货物）8吨，

钢绳拉力 f ，画力图如下：

按第二定律（照力图）写运动方程：

$$Ma = f - P_1$$

$$\therefore f = Ma + P_1 = M(a + g)$$

$$= 8000(1.2 + 10)$$

$$= 89600(\text{牛顿}) = 8.96(\text{吨力})$$



⑤按第三定律知：货物对底板压力 N_1 与底板对它的支承力 N 等值反向。故 $N_1 = 3.36$ 吨力（注意这时压力不等于物重）。钢绳对升降机的拉力（ f ）与升降机对钢绳的反拉力 T （等于钢绳上的张力）等值反向，故绳上张力 $T = 8.96$ （吨力）。

（三）力学单位制

单位制	绝对单位制		工程（重力）单位制	换算关系
	MKS制	CGS制		
基本单位	长度：米	长度：厘米	长度：米、厘米	
	质量：公斤	质量：克	力：公斤力、克力	
	时间：秒	时间：秒	时间：秒	
导出单位的原则	依据 $F = ma$ ，来确定力的单位；导出单位都可以用基本单位表示。		依据 $m = \frac{F}{a}$ 导出质量单位；依据地球对物体的重力来规定力的单位。	
力的单位	1 牛顿 = 1 公斤·米/秒 ² 1 牛顿的力可以使质量为 1 公斤的物体获得 1 米/秒 ² 的加速度。	1 达因 = 1 克·厘米/秒 ² 1 达因的力可以使质量为 1 克的物体获得 1 厘米/秒 ² 的加速度。	公斤力或克力 1 公斤力的力就是在纬度 45° 的海平面处地球对质量为 1 公斤的物体的引力。 ($= \frac{1}{9.8}$ [工程单位质量])	1 牛顿 = 10 ⁵ 达因 1 公斤力 = 9.8 牛顿 1 克力 = 980 达因

(四) 解 题 法

1. 选取适当的物体为研究对象，分析对象所受的力，边想边作隔离体力图，图中写上质量的数值、力和加速度的方向和数值，养成用符号代文字的习惯。初学者对符号不熟悉，则可将中文意义和符号同时写上（如质量M）不同的质量、力、加速度用不同的符号，如 $m_1, m_2, M, F_1, F_2, f, a_1, a_2$ 等，不要怕符号多，熟练了就很方便。

2. 分析物体所受的力时，首先是重力，在力图中先画重力，再考虑与之直接接触的其它物体的作用力（同时考虑各力的反作用力，但不能把反作用力画在该物受力图上），每个力都要明确是谁对谁的作用。

3. 根据第二定律（注意各力与加速度方向）写出运动方程：

$$ma = F = F_1 + F_2 + \dots$$

F_1, F_2, \dots 等与 a 同向为正，反向为负；某力 F_i 与加速度间有夹角 θ ，则把 F_i 分解为二分力： $F_i \cos \theta, F_i \sin \theta$ ，在运动中只取 $F_i \cos \theta$ （此分力与 a 同方位）， $F_i \sin \theta$ 与 a 垂直，对 a 无影响，故不写入运动方程。

4. 对每个运动物体写出一个运动方程。一般有几个未知量就列几个方程，最后解联立方程组求出未知量的代数式。

5. 把已知数据代入代数式，求出答案。

例题2. 分析在粗糙斜面上物体向上运动所受的力。设物体向上作加速运动，物体与斜面间的摩擦系数为 K ，物体所受的力有：重力（非

