

策划 张嘉瑾

主编 李根保

高考

高考金三轮丛书

2轮

复习

本册主编 李根保

新方案

热点·技能·备考



物理

广东省语言音像出版社
黑龙江人民出版社

金三轮丛书
高考二轮复习新方案
热点·技能·备考

物 理

策 划 张嘉瑾
丛书主编 李根保
本册主编 李根保
副 主 编 刘晶珊
编 委 曹保平 吴 燕
刘刚存 马玉峰

广东省语言音像出版社
黑龙江人民出版社

责任编辑:刘海滨
装帧设计:羽 人

高考二轮复习新方案
热点·技能·备考
物 理

丛书主编:李根保 本册主编:李根保
广东省语言音像出版社
广州市东华西路 296 号 邮编:510100
黑龙江人民出版社出版
哈尔滨市南岗区宣庆小区 1 号楼 邮编:150008
广东省外文书店发行
三河市印务有限公司印刷
开本:787×1092 1/16 印张:12 字数:250 千字
2001 年 11 月第 1 版 2001 年 11 月第 1 次印刷

ISBN7-207-05056-9/G·1058
定价:15.00 元

——工作的计划。

方案各式各样,方案千差万别;方案不断更新,方案逐步发展。

制订一个切实可行、科学合理的方案,要在长期的实践中探索,要在反复的推敲里完善。要付出精力与血汗,要激活灵感与心智。

来自实践,它是实践后理论的升华;

好方案精益求精,它在永不满足中日臻完美;

好方案切实可行,它将被最广大的读者们接受;

好方案独具魅力,它会在指导实践中产生强烈的震撼。

一个好的方案,它会把人们带入高水平的理想境地。

新高考带来了新思维,新思维面临着新挑战,新挑战必须有一个全新的作战方案。而这全新的作战方案,在集思广益中、在反复推敲后诞生了。它植根于教材,又活用教材;它打破固有的教学模式,而又继承发扬了其中所有的优越与精彩。

这新方案的灵魂,一个字: !

新教材,新体例,新结构,新思维……

我们定位 新方案:形式,人见人爱;内容,出类拔萃。

我们修改 因为:没有最好,只有更好。

我们坚信 新的理念,将要揭开新世纪教学的崭新篇章!

张嘉瑾

ॐ नमो भगवते वासुदेवाय ॥ ॐ नमो भगवते वासुदेवाय ॥ ॐ नमो भगवते वासुदेवाय ॥ ॐ नमो भगवते वासुदेवाय ॥ ॐ नमो भगवते वासुदेवाय ॥

为了更好地实现以上目标,我们联合部分省市重点高中名师专家,在深刻钻研历年高考试题的同时,翻阅了大量资料,认真召开讨论会,希望编写一本具有鲜明特色、特殊风格、注重思维训练和方法指导,适合高中学生课后阅读参考或课内系统教学的较为理想的物理书,更要为高三学生在这最后冲刺的时刻,指明一条便捷高效之路。

抛砖引玉，画龙点睛，
学思维，激活提高基本素质，
讲方法，融会贯通基本技能。

第一块, 热点与重点

第二块,方法与能力

第三块,纠错与备考

在本书的最后,还附有习题的答案,供读者参考。

我们还选编了久经考验的成题。它结构严谨,内涵深广,富于创造性。在这漫无边际的题海中,采撷这几颗明珠,希望能在最最关键的时候,在读者心中闪光发亮。

坚信：辛勤耕耘，洒落热汗，会有好收成！

在本书编写中,河南省安阳市一中的付宏、王本直、牛韶斌、王维顺、桑林峰、郭宏昌、郑花娥等老师给予了大力支持,并且又得到河南省鹤壁高中、汤阴高中和河北省邯郸一中等兄弟学校的大力协助,在此,一并表示感谢。

目 录

前言	
第一章 热点与重点	1
热点之一 摩擦力	1
热点之二 力学三大观点	13
热点之三 带电粒子的运动	24
热点之四 导体在磁场中的动态分析	42
热点之五 气体的性质	51
热点之六 圆周运动	63
热点之七 机械振动与机械波	78
热点之八 成像作图	83
第二章 方法与能力	88
专题之一 构建物理模型	88
专题之二 物理状态、物理过程的分析	93
专题之三 正交分解法	97
专题之四 结合数学知识解决极值、临界值问题	102
专题之五 整体法和隔离法	106
专题之六 图象法	110
专题之七 假设法	116
专题之八 等效法	121
专题之九 估算法	127
专题之十 极端分析法	131
第三章 纠错与备考	135
第一部分 纠错	135
第二部分 备考	145
附录 提示与答案	146

第一章 热点与重点

高中物理学科的热点在哪里?在力学!一个学生在中学学习物理的过程中,绝大部分学习内容都要与力学打交道。你是教师,一定会将教学中的许多精力投之于力学;你是学生,会发现在解决诸如热学问题、电磁学问题中所遇到的许多障碍,其根源在力学,可见“得力学者得物理”所言不虚。实在的语言往往含有深刻的道理,你看,力是无处不在的,重力、弹力、摩擦力、分子力、电场力、磁场力、核力……不一而足。力的作用效果是清晰可见的,形变、加速、做功……历历在目。力、位移、速度、加速度、动量、冲量、动能、势能、功……这一个个如此精美的概念,成为力学以至物理学大厦的基石。牛顿运动三大定律、动量定理、动能定理,动量守恒定律、机械能守恒定律……这些伟大的建筑师,将一块块闪光的基石调理的多么井井有条,一座辉煌的物理学大厦展现在我们面前。

力学的核心问题是对物体的受力状况和运动状态进行分析,力学的根本方法在于从繁杂的实际问题中,抓住主要矛盾,建立合适的物理模型和精炼的物理过程,从而有效地解决问题。这些问题与方法,能够顺畅地发散到物理学其它领域,气体问题中压强的求解不是一个力学问题吗?点电荷的模型正好是质点模型建立过程的翻版。

在本书中,有大量的物理习题,请不要将它仅当作一本习题集来使用。你所做的物理习题就是训练你进行合理建模、准确分析、正确推理、广泛讨论的学习材料,在运用这些材料的过程中,你的观察能力、理解能力、运用数学工具的能力、分析和解决问题的能力将得以锻炼,得到提高。假如你格外注意提炼其中的妙境,你将提高得飞快。

第一轮复习过后,再次对热点问题集中学习,对你水平的提高一定会大有益处。这时的你,已经在较短的时间内,将高中阶段的全部内容梳理了一遍。新的提高在哪里?在于抓住学科的筋骨,抓牢热点。

热点之一 摩擦力

将摩擦力问题作为热点,是有充分理由的。首先,在物理学习中你所遇到的许多力中,摩擦力最能暴露你对力认识方面的缺陷;其次,摩擦力的变化多端和不易直接观察,最能让你展开思维的翅膀,从而锤炼你的能力;再次,摩擦力是高考中常考常新的问题。

好了!让我们开始吧!

§ 1 摩擦力的基本问题

【试一试】

下面的两道小题,可以让你牛刀小试。

1. 固定的斜面,倾斜角为 θ , 一个质量为 m 物体从斜面上匀速下滑, 已转斜面与物体之

间的动摩擦因数为 μ , 求物体受到的摩擦力.

2. 水平的传送带与放于其上的物块之间的动摩擦因数为 μ , 已知物块的质量为 m , 请在如下两种情况下, 求传送带受物块的摩擦力.

- ① 传送带匀速运动, 物体相对传送带静止;
- ② 传送带以加速度 a 匀加速运动, 物体相对传送带静止.

【讲一讲】

1. 如图 1-1-1 所示: 水平地面上静止放置一个质量 $m = 10\text{kg}$ 的物体, 它与地面间的动摩擦因数为 $\mu = 0.4$, 今用一个劲度系数为 $k = 600\text{N/m}$ 的轻弹簧水平拉物体, 当弹簧的伸长为 $\Delta x = 0.05\text{m}$ 时, 物体与地面间的摩擦为多大? 当拉力变为 50N 时, 物体与地面间的摩擦为多大?



图 1-1-1

分析 怎么又是一道简单题! 做做看吧! 题目给出的条件是用
力拉物体, 没提是否拉动, 这就是精彩的地方. 试一试看, 由胡克定律可知,

$$F = k\Delta x = 30\text{N}.$$

物体与地面间最大静摩擦力 $F_m = \mu N = 40\text{N}$, $F < f_m$. 没拉动!

根据平衡条件: $f_1 = F = 30\text{N}$.

你注意到 f_m 和 f_1 的区别了吗?

当拉力 $F = 50\text{N}$ 时, 物体被拉动了, 所以 $f_2 = \mu N = 40\text{N}$.

你发现 f_2 与 f_m 的关系了吗? 本题同时讨论了静摩擦力、最大静摩擦力、滑动摩擦力三种摩擦. 你平时是否对它们之间既相似又不同的关系而常常困惑? 再给一个机会, 认真梳理一下.

2. 在倾斜角为 θ 的斜面上, 一个质量为 m 的物体, 在水平力 F 的作用下, 处于静止状态, 如图 1-1-2 所示, 现将 F 稍稍减小为 F' , 问: 减少 F 前后, 物体受斜面的摩擦力如何变化?

分析 哈哈, 这回一眼就看出这是个静摩擦力问题, 于是先将 $f = \mu N$ 扔在一边! 开始受力分析: 重力、支持力、已知力 F , 噢! 摩擦力什么方向? 向上、向下都有可能, 怎么办? 猜它一个方向! 比如沿斜面向上. 如图 1-1-2(1).

根据平衡条件:

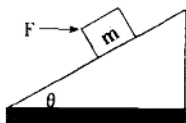


图 1-1-2

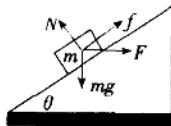


图 1-1-2(1)

$$\text{沿斜面方向: } f + F\cos\theta = mg\sin\theta, \quad \textcircled{1}$$

$$\text{垂直斜面方向: } N = mg\cos\theta + F\sin\theta, \quad \textcircled{2}$$

由 ① 式看出:

$$(1) \text{ 当 } F\cos\theta = mg\sin\theta \text{ 时, } f = 0,$$

此时若将 F 减为 F' , 则 $f = mg\sin\theta - F'\cos\theta$ 方向沿斜面向上;

(2) 当 $F \cos \theta < mg \sin \theta$ 时, $f > 0$, 此时若将 F 减为 F' ,

则 $f = mg \sin \theta - F' \cos \theta$, 方向沿斜面向上, 大小变大.

(3) 当 $F \cos \theta > mg \sin \theta$ 时, $f < 0$, 方向猜反了! 此时若将 F 减为 F' , 情况变多啦:

a. 可能使 $f = 0$;

b. 可能使 $f = F' \cos \theta - mg \sin \theta$, 方向不变, 大小减小些;

c. 可能使 $f = mg \sin \theta - F' \cos \theta$, 方向变为沿斜面向上, 大小与原来相比, 也许大一点, 也许小一点;

内容太丰富了, 你能将结论再整理一下就更清楚了. 这个题目很精彩是吧! 还没有挖掘完呢! 留到“想一想”再解决吧.

3. 一般的自行车都是后轮驱动, 当自行车正常启动时, 其前轮和后轮受路面的摩擦力方向是:

A. 都向前 B. 前轮向前, 后轮向后 C. 都向后 D. 前轮向后, 后轮向前

分析 我们要讨论的是什么样的摩擦力呢? 设自行车整体的速度为 v . 车轮边缘相对于轮轴的圆周运动线速度大小必为 v , 其中与路面接触处线速度方向向后, 可以得出, 车轮与路面接触对地速度为零, 看来我们所面对的是静摩擦力. 你是否觉得上述说明抽象难懂? 可以观察一下坦克(拖拉机)运动时, 其履带与地面接触处, 确实没动!

方法一 你能看出车轮与路面接触处的相对运动趋势方向吗? 我是不能! 若假设后轮光滑, 则车不能前进, 故后轮受摩擦力方向昭然若揭! 必向前! 而设其前轮光滑, 则车走前轮不转, 所以前轮受摩擦力向后, 选项 D 正确. 假设法是一种锐利的武器, 你掌握的怎样?

方法二 考虑路面受自行车后轮的摩擦力, 观察到自行车运动时, 路面被后轮带起的尘土向什么方向飞扬? 向后! 这不充分说明路面受力向后吗? 根据牛顿第三定律, 后轮受力必向前, 至于前轮, 还是用方法 1 解决吧.

【练一练】

1. 如图 1-1-3 所示, 粗糙长木板的一端固定在铰链上, 木块静放在木板上, 长木板从水平位置开始向下缓慢转动的过程中, 木块受到的摩擦力可能为: (设木块质量为 m , 与木板之间动摩擦因数为 μ)

A. 0 B. $mg \cos \theta$ C. $mg \sin \theta$ D. $\mu mg \cos \theta$

提示 木块会一直处于静止吗? 若不会, 摩擦力将是两种.

2. 如图 1-1-4 所示, 长木板 A 的质量为 m , 滑块 B 的质量为 $2m$, 板 A 用平行于斜面的绳系住, B 沿倾角为 θ 的斜面在 A 板的中间匀速下滑. 若 A、B 之间及 B 与斜面间的动摩擦因数相等, 则动摩擦因数为

A. $\tan \theta$ B. $\frac{1}{2} \tan \theta$ C. $2 \tan \theta$ D. $\frac{1}{3} \tan \theta$

提示 滑块 B 受的摩擦力是两个. 这两个力可不一样大哟! 考虑 A、B 为一个整体来求下面的那个摩擦力如何?

3. 两个梯形木块 A 和 B 叠放在水平粗糙地面上, 均处于静止状态, 如图 1-1-5 所示, 则水平地面受到的摩擦力:

A. 为零 B. 方向向左 C. 方向向右

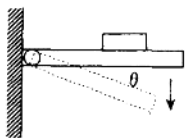


图 1-1-3

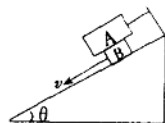


图 1-1-4

D. 因不知 A 、 B 质量和倾斜部分的角度, 故无法判断摩擦力

提示 有了上一道题的经验, 你不会先分析 A , 再分析 B , 这样自找麻烦了吧? 整体法将在此题中又一次大放异彩.

4. 用水平力 F 将质量均为 m 的物体 A 、 B 、 C 压在竖直墙上静止. 如图 1-1-6 所示, 若 A 与 F 接触的表面不受摩擦力, 则

- A. 墙对 C 的摩擦力为 mg , 方向竖直向上
 B. 墙对 C 的摩擦力为 $3mg$, 方向竖直向上
 C. A 对 B 的摩擦力大小为 mg , 方向竖直向上
 D. C 对 B 的摩擦力大小为 $2mg$, 方向竖直向上

提示 你一定知道你面临的是一系列的静摩擦力, 讨论 C 受墙的摩擦力时, 将 C 与墙隔离开就够了, 不要再将 A 、 B 、 C 分别隔离, 就将它们当做一个大物体吧. 问题变为求 A 对 B 的摩擦力时, 可以隔离分析 A 嘛! 做完后理一理, 整体法、隔离法, 在这道题中交替使用, 体味其中的奥妙.

5. 跨过定滑轮轻绳两端各栓一个物体, 质量均为 1 kg , 用水平拉力 $F = 4\text{ N}$, 拉住 A , 使 A 、 B 都处于静止状态. 如图 1-1-7,

求 A 物体受到的摩擦力大小和方向 ($g = 10\text{ m/s}^2$, $\sin 37^\circ = 0.6$, $\cos 37^\circ = 0.8$).

提示 不用提示如何解题了, 做完后看一看它的受力情况与一个物块放在水平面上, 受到两个力的图 1-1-7(1) 是否相同?

【想一想】

为何要想一想?“想”能让你的知识结构更优化, “想”能让你解题的思路更清晰, 正所谓“学而不思则惛”, 如何想? 从题中来, 站得更高些, 看得更远些.

一、学科内综合

1. 在“讲一讲”的 2 中, 若已知物块与斜面的动摩擦因数为 μ , 为保持物块静止, F 的取值范围如何?

想什么? 想一想随着 F 的增减, 静摩擦力如何变化, 你必须注意三个关键的静摩擦力, 向上最大, 向下最大, 零.

答案 F 最大值为: $(mg\sin\theta + mg\mu\cos\theta)/(\cos\theta - \mu\sin\theta)$;

F 最小值为: $(mg\sin\theta - mg\mu\cos\theta)/(\cos\theta + \mu\sin\theta)$.

2. 如图 1-1-8(1) 所示, 在水平地面上, 一个三角形木块, 受到水平力 F 作用, 三角形木块的斜面上, 放着另一木块, 二者保持相对静止, 设它们的质量分别为 M 和 m , 那么,

- A. m 一定受到三个力的作用
 B. 若 M 与地面之间的摩擦力不能忽略, 则 m 一定受到三个力的作用
 C. 条件适当时, m 与 M 之间无摩擦力
 D. m 与 M 之间的动摩擦因数不能为零

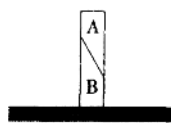


图 1-1-5

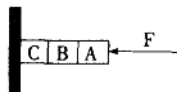


图 1-1-6

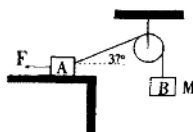


图 1-1-7

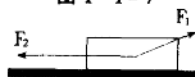


图 1-1-7(1)

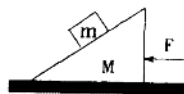


图 1-1-8(1)

想什么?想一想静摩擦力存在的条件.接触面没有弹力行不行?不行,没有相对运动趋势也不行.接触面光滑还不行.反过来再想一想,若静摩擦力为零,刚才所说的三个方面如何?

解答 由于条件没有说整体是在运动还是在静止,而当整体在外力作用下向左匀加速运动时, m 可能只在重力和弹力作用下随斜面向左匀加速运动,且可以不受摩擦力的作用.受力如图1-1-8(2)所示.因此,正确选项应为C. 图1-1-8(2)

3. 如图1-1-9所示,在光滑的水平冰面上,放置一个质量为 m 的木箱,在水平恒力 F 的作用下,沿一个竖直的直线挡板匀速运动, F 与挡板的夹角为 θ (图示为俯视图),木箱的竖直侧面与挡板之间动摩擦因数为 μ ,求木箱受的摩擦力大小.



图1-1-9

想什么?我们做过大量的题,其中的正压力都与物体重力有关,是必然的吗?这一道题就是试图打破这种思维的定势.

解答 物体对挡板的正压力是 F 的一个分力 $N = F \sin \theta$,与重力无关,沿挡板方向匀速运动,按滑动摩擦定律的定义得 $f = \mu N = \mu F \sin \theta$,按运动平衡知识得 $f = F \cos \theta$,这两个值是相等的.

二、新题解析

例 风洞实验室中可产生水平方向的大小可调的风力,现有一套有小球的细直杆放入风洞实验室,小球孔径略大于细杆直径.如图1-1-10所示.

(1) 当杆在水平方向上固定时,调节风力的大小,使小球在杆上作匀速运动,这时小球所受的风力为小球所受重力的0.5倍,求小球与杆间的滑动摩擦因数.

(2) 保持小球所受风力不变,使杆与水平方向夹角为 37° 并固定,则小球在杆上从静止出发下滑 s 距离所需时间为多少? ($\sin 37^\circ = 0.6$ $\cos 37^\circ = 0.8$)

解答 (1) 设小球所受的风力为 F ,小球的质量为 m ,则

$$F = \mu mg \quad ①$$

$$\therefore \mu = \frac{F}{mg} = \frac{0.5mg}{mg} = 0.5 \quad ②$$

(2) 设杆对小球的支持力为 N ,摩擦力为 f ,

$$\text{沿杆方向有: } F \cos \theta + mg \sin \theta - f = ma \quad ③$$

$$\text{垂直杆方向有: } N + F \sin \theta - mg \cos \theta = 0 \quad ④$$

$$f = \mu N \quad ⑤$$

由③、④、⑤可解得:

$$a = \frac{F \cos \theta + mg \sin \theta - f}{m} = \left(g + \frac{F^2}{m^2 g}\right) \sin \theta = \frac{3}{4} g \quad ⑥$$

$$\text{由公式 } s = \frac{1}{2} at^2 \quad ⑦$$

$$\therefore t = \sqrt{\frac{2s}{3g/4}} = \sqrt{\frac{8s}{3g}} \quad ⑧$$

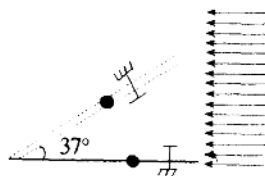


图1-1-10

§ 2 摩擦力做功与生热问题

【试一试】

下面给你提供了两道题,以便热身.

1. 关于摩擦力做功的下列说法中,正确的是:

- A. 静摩擦力可以对物体做正功,也可以作负功或不做功
- B. 静摩擦力只能对物体做负功
- C. 滑动摩擦力可以对物体做正功,也可以做负功或不做功
- D. 滑动摩擦力只能对物体做负功

2. 如图 1-1-11 所示,一木块静止放在光滑水平地面上,现有一颗水平飞来的子弹击中木块,最后子弹进入木块中的深度为 d ,在此过程中,木块前进了 S 的位移,若已知子弹受到木块的摩擦力为 f ,求上述过程中,



图 1-1-11

- ① 摩擦力对木块做的功 W_1 ; ② 摩擦力对子弹做的功 W_2 ;
- ③ 子弹和木块系统发的热量 Q .

【讲一讲】

1. 如图 1-1-12 所示,水平的传送带以 $v = 4\text{ m/s}$ 的速度匀速运动,传送装置中两轮的中心距离为 $S = 6\text{ m}$,现将一个质量为 $M = 1\text{ kg}$ 的物块无初速地放到传送带的一端(图中 A 轮中心的正上方),已知物块与传送带之间的动摩擦因数 $\mu = 0.2$,求物块在传送带上运动的过程中,摩擦力对物块做的功.

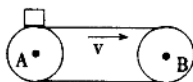


图 1-1-12

分析 滑动摩擦力 $F = \mu N = 2\text{ N}$,根据功的定义, $W_f = + f \cdot S = + 12\text{ (J)}$,错了一点点!找一找错在哪里! f 没问题,功的定义式也没问

题, S 的引用呢?物块加速度为 $a = \frac{f}{m} = 2\text{ m/s}^2$.

物块加速到 v 的过程通过的位移, $S' = \frac{v^2}{2a} = 4\text{ m}$.

4 m 以后摩擦力将消失,看来 S 的引用只能是 $S' = 4$,而不是 $S = 6\text{ m}$,于是正确的解如下:
根据功的定义: $W_f = FS' = 8\text{ (J)}$.

这个题带一个小小的“陷阱”,对于喜欢不加分析而套用公式的人来说,是一个很好的警示. 我们再来剖析下面的另一种解法.

根据动能定理, $W_f = \frac{1}{2}mv^2 = 8\text{ (J)}$,答案正确,步骤简单.那么,你看到这种解法隐含的危机了吗?它也是生套公式,不过运气好一些罢了!若两轮间距小于 4 m ,这样做就错了!看来,只有实事求是,具体问题具体分析,才能使你的能力真正在一次次成功中得以提高.

2. 质量为 m 的木块的初速度为 v_0 ,在第一个水平面上滑行了一段距离 S_1 后停止.若木

块以相同的初速度 v_0 在第二个水平面上滑行了一段距离 S_2 后停止,这两种情况下木块克服摩擦力做的分别为功 W_1 和 W_2 . 则

A. $W_1 > W_2$

B. $W_1 < W_2$

C. $W_1 = W_2$

D. 因不知 S_1 和 S_2 的关系,无法比较.

分析 不但 S_1 和 S_2 的关系不知,还不知木块与两水平面之间的动摩擦因数 μ_1 和 μ_2 的关系呢?真的无法比较了吗?别老想着功的定义式,条条大路通罗马嘛,木块的初、末运动状态不是一清二楚吗?

根据动能定理,

$$W_1 = -\frac{1}{2}mv_0^2, W_2 = -\frac{1}{2}mv_0^2,$$

故 $W_1 = W_2$.

对照例 1 的动能定理解法,你会发现例 1 中物块的末运动状态并不直接知道,若不加分析引用公式,就是瞎猜.而本例中木块的初、末运动状态十分清楚.该总结一下吧!求功的方法有很多,各题的条件更多彩,必须慎密分析,巧加排选.

3. 在光滑的水平面上,静止放置一块长木板 A 其右端有一个凸起的挡板 C,木板的总质量为 M ,长度为 L (不包括挡板),在木板左端有一个与木板上表面齐平的另一光滑水平面.一个质量为 m 的均匀木块 B 以某一初速度 v_0 向右匀速运动,木块的长度为 l ,与木板间动摩擦因数为 μ ,如图 1-1-13 所示,欲使木块 A 不与挡板 C 发生碰撞, v_0 必须满足什么样的条件?

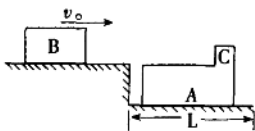


图 1-1-13

分析 总得先分析题设的物理过程吧!木块匀速运动到其中心(重心)与木板左边沿重合时,将开始带动木板加速运动,同时木块作减速运动,两者速度的值逐渐接近,这一过程持续的时间越长,二者速度差值越小,若没有限制,最终一定会达到二者同速.如果 v_0 过大,没等到二者同速,木块就会撞上挡板 C,显然, v_0 小一些能满足题目要求,若木块前沿到达挡板 C 时,两者正好速度相等,巧啦!这是撞与不撞的分界!就从这种情况入手吧!

试一试第 2 小题是不是真掌握了,这里就要考验你了.

解法一 设木块到达 C 时,木块与木板的共同速度为 v ,则

根据动量守恒定律: $mv_0 = (m + M)v$,

①

根据系统能量转化:

$$\mu mg \cdot (L - \frac{l}{2}) = \frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2}(m + M)v^2,$$

②

①② 联立,解出 $v_0 = \sqrt{\frac{(m + M)(2L - l)\mu g}{M}}$.

依题意,木块初速度可以比上式值小,所以

$$v_0 \leq \sqrt{\frac{(m + M)(2L - l)\mu g}{M}}.$$

动量守恒很容易看出,“发热功”用于解决两物体系统问题是非常锐利的武器,你掌握的怎样?若感到困难,用动能定理分别研究木块与木板也能解决问题.

解法二 设木块到达 C 时,木块与木板共同速度为 v ,则

$$\text{根据动量守恒定律: } mv_0 = (m + M)v \quad ①$$

设上述过程中木块的位移为 S_B ,木板的位移为 S_A .

$$\text{对木块: } -\mu mg S_B = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2, \quad ②$$

$$\text{对木板: } \mu mg S_A = \frac{1}{2}Mv^2, \quad ③$$

$$\text{由题设可知: } S_B = S_A + (L - \frac{l}{2}), \quad ④$$

$$\text{①②③④ 联立解出: } v_0 = \sqrt{\frac{(m + M)(2L - l)\mu g}{M}}.$$

依题意,木块初速度可以比上式值小.

$$\text{所以 } v_0 \leq \sqrt{\frac{(m + M)(2L - l)\mu g}{M}}.$$

比解法 1 麻烦一些是吧!你在演算 ②③④ 式时,一定可以得出解法 1 中的 ② 式.平时练习时,追求一下最优解法,有利于活跃你的大脑,提高你对物理规律的认识,考场上就不一定了,能最优就最优,一时想不出,“笨”一点的方法一样得分.

本题还可以用牛顿运动定律求解.若你有兴趣,可以自行演练.

4. 如图 1-1-14 所示,水平地面上静放一个质量为 M 的物块,物块上有一个光滑的半圆型轨道,其半径为 R ,物块与地面之间的动摩擦因数 μ 足够小.现将一个质量为 m 的小滑块,从与圆心同高处,在轨道上静止释放,最终小滑块停在轨道最低处,求这一过程中,摩擦力对 M 做的功.

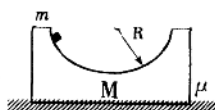


图 1-1-14

分析 很熟悉的图示,但常见的是地面光滑,本题设“物块与地面之间的动摩擦因数 μ 足够小”是何意?是不是可以忽略?不能!若忽略了摩擦因数,还求什么摩擦力做的功,再说,那样的话,小滑块也不可能停在最低处呀!明白了吧!“足够小”保证了 M 能动起来.当然,最后物块与滑块都静止了.好了,开始演算吧.

由系统的功能关系: $W = mgR$.

这就算出来了!是的,若你去求 F ,再求 S ,然后代入 $W_F = f_s$,就坏事了!其实 F 是变化的力, S 也求不出来.别再对着 F 、 S 发呆了,赶紧另想出路,这样你就能想到功能关系.

【练一练】

1. 如图 1-1-15 所示,光滑的水平地面上静放一个木板 A , A 的左端上面静放一木块 B ,水平拉力 F 作用于 B ,将 B 从 A 的右端拉出,第一次用销钉将 A 固定在地面上,第二次将销钉拔掉,比较两种情况下:

A. 产生热量相同 B. 摩擦力对 B 做功相同

C. F 对 B 做功相同 D. B 的末动能相同

提示 再练一练,“发热功”这个特殊的功,还得注意它所对应的

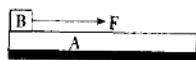


图 1-1-15

“位移”是什么!求某个力做的功时,位移又是什么?

2. 质量为 m 的物块,与轻弹簧的自由端相距为 S ,物块以 v_0 的初速度沿水平地面向轻弹簧运动.物块与弹簧相碰后的最大压缩量为 x ,如图 1-1-16 所示.若物块与地面间的动摩擦因数为 μ ,则从物块开始与弹簧接触到压缩到最短时,物块对弹簧做的功

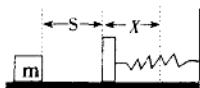


图 1-1-16

- A. $\frac{1}{2}mv_0^2 - \mu mg(s+x)$ B. $\frac{1}{2}mv_0^2 - \mu mgs$
C. $\frac{1}{2}mv_0^2 - \mu mgx$ D. $\frac{1}{2}mv_0^2$

提示 一定不要想用功的定义求解!原因?弹力是变力嘛!况且,劲度系数也不知道.注意物块的运动情况.初、末都很清楚,这一点提示你用动能定理.心细的同学会将过程分为两个阶段,不过算起来麻烦些.大气的同学将整个过程通盘考虑.

3. 质量为 m 的物块静止在倾角为 θ 的斜面体上,斜面体在外力作用下沿水平方向向右匀速运动,移动的距离为 S ,物块相对于斜面静止,如图 1-1-17 所示.在这个过程中,静摩擦力对 m 做的功为_____,斜面对 m 的支持力对 m 做功为_____.



图 1-1-17

提示 不要不加思索地在第一个空白处填上“零”,摩擦力可求,位移已知,夹角已知,万事俱备,只欠“组合”,支持力也照方抓药.

※4. 固定的斜面倾角为 θ ,一物体在斜面底端以 v_1 的初速度沿斜面向上滑行,后又返回斜面底端,到达底端时速度变为 v_2 ,且 $v_2 < v_1$.求物体与斜面间的动摩擦因数 μ .

提示 全程考虑在本题是行不通的,因为摩擦力做功与路径有密切关系,看来必须分为上行和下行两个阶段来考虑.物体质量、上升高度可以设出来.

当然,所有的力都是恒力,用牛顿运动定律和运动学公式,完全可以求解.若有时间不妨一试,一题两用嘛!

※5. 如图 1-1-18 所示,长条木板质量 $M = 2.7\text{kg}$,在光滑水平面上以 $v_0 = 0.6\text{m/s}$ 的速度向右运动,现将一个质量 $m = 0.3\text{kg}$ 的小物块无初速地放在木板的右端,物块在木板上滑动起来,已知物块与木板间的动摩擦因数 $\mu = 0.1$,求 ① 物块与木板相对静止时,物块距木板右端的距离;② 物块和木板相对于地面的位移($g = 10\text{m/s}^2$,木板足够长,保证物块不掉下来,物块大小忽略不计).

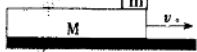


图 1-1-18

提示 尽管这次是底下的物体运动,上面的物体从静止开始运动,但本质上它与讲一讲中的 4 没有什么两样!先试试,不行的话再看看那个题.

【想一想】

一、学科内综合

1. 如图 1-1-19 所示, A 、 B 两圆桶的底面积分别为 S_A 、 S_B , 且 $S_A = 2S_B = 2S$, 两桶的底部有管道连接并用阀门 K 隔开. 两桶置于同一水平面上, 桶内装有水, 水面高度分别为 h_A 和

$h_B(h_B - h_A = h)$, 现将阀门 K 打开, 经一段时间后两桶中的水静止, 且保持同一高度, 设水的密度为 ρ , 整个装置与外界绝热, 求该绝热系统内能的增加量.

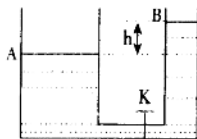


图 1-1-19

想什么? 内能的增加不靠传热就只能靠做功. 哪个力做功实现了内能的增加? 什么形式的能转化成了内能? 你将会发现是“内摩擦力”做功实现了内能的增加, 而重力势能转化为内能, 哈哈, 这道题是一个微型发电站的简化模型.

解答 两圆桶最终的水面高度相等, 即 B 桶内的水要有一部分流到 A 桶中, 根据面积关系和几何关系, 可以算出, 流动的那部分水的重力势能减小量为: $E_p = Sgh^2/3$, 所以摩擦生热的量也为 $Q = Sgh^2/3$.

※2. 质量为 M , 长为 L 的长方形木板 B 放在光滑的水平地面上, 在其右端放一质量为 m 的小木块 A , 如图所 1-1-20 示, $m < M$, 现以地面为参照物, 给 A, B 以大小相等、方向相反的初速度, 使 A 向左运动, B 向右运动, 但最后 A 刚好没有离开 B 板, 以地面为参照物,

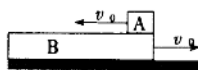


图 1-1-20

① 若已知 A 和 B 的初速度大小为 v_0 , 求它们最后的速度大小和方向.

② 若初速度大小未知, 求小木块 A 向左运动到最远处(从地面上看)离出发点的距离.

想什么? 这道著名的题, 你一定做过. 该不会忘记 AB 最后的速度大小、方向都相同吧. 第 1 小问没得说, 动量守恒而已. 第 2 小问你想快速求解吗? 对 A 运用动能定理是必不可少的一环, 但摩擦力未知, 就成了问题的关键, 试一试“发热功”这一武器.

解答 ① 设两者最终的速度为 v , 设 B 的初速方向为正方向, 则系统动量守恒:

$$Mv_0 - mv_0 = (M + m)v,$$

$$\text{解得 } v = \frac{M - m}{M + m}v_0. \quad (1)$$

由于 $m < M$, 则 $v > 0$, 即方向向右.

② 小木块 A 向左运动到最远处是在 A 的速度减到零时达到. 此过程设离出发点的距离为 S , 由动能定理 $-\mu mgs = -\frac{1}{2}mv_0^2$ (2)

由摩擦生热规律:

$$mg\mu L = \frac{1}{2}(M + m)v_0^2 - \frac{1}{2}(M + m)v^2, \quad (3)$$

$$\text{联立 (1)(2)(3) 解得: } s = \frac{(M + m)L}{4M}.$$

二、新题解析

例 如图 1-1-21 所示, AB 是一段位于竖直平面内的光滑轨道, 高度为 h , 末端 B 处的切线方向水平. 一个质量为 m 的小物体 P 从轨道顶端 A 处由静止释放, 滑到 B 端后飞出, 落到地面上的 C 点, 轨迹如图中虚线 BC 所示. 已知它落地时相对于 B 点的水平位移 $OC = l$.

现在轨道下方紧贴 B 点安装一水平传送带, 传送带的右端与 B 的距离为 $l/2$. 当传送带静止时, 让 P 再次从 A 点由静止释放, 它离开轨道并在传送带上滑行后从右端水平飞出, 仍

然落在地面的 C 点.当驱动轮转动带动传送带以速度 v 匀速向右运动时(其他条件不变), P 的落地点为 D .不计空气阻力.

- (1) 求 P 滑至 B 点时的速度大小;
- (2) 求 P 与传送带之间的动摩擦因数 μ ;
- (3) 求出 O 、 D 间的距离 s 随速度 v 变化的函数关系式.

解:(1) 物体 P 在 AB 轨道上滑动时, 物体的机械能守恒, 根据机械能守恒定律

$$mgh = \frac{1}{2}mv_0^2$$

得物体 P 滑到 B 点时的速度为 $v_0 = \sqrt{2gh}$

- (2) 当没有传送带时, 物体离开 B 点后作平抛运动, 运动时间为 t ,

$$t = \frac{l}{v_0} = \frac{l}{\sqrt{2gh}},$$

当 B 点下方的传送带静止时, 物体从传送带右端水平抛出, 在空中运动的时间也为 t , 水平位移为 $\frac{l}{2}$, 因此物体从传送带右端抛出的速度 $v_1 = \frac{v_0}{2} = \frac{\sqrt{2gh}}{2}$.

根据动能定理, 物体在传送带上滑动时, 有 $mg\mu \frac{l}{2} = \frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$

解出物体与传送带之间的动摩擦因数为 $\mu = \frac{3h}{2l}$

- (3) 当传送带向右运动时, 若传送带的速度 $v \leq v_1$, 即 $v \leq \frac{\sqrt{2gh}}{2}$ 时, 物体在传送带上一作匀减速运动, 离开传送带的速度仍为 v_1 , 落地的水平位移为 $\frac{l}{2}$, 即 $s = l$;

当传送带的速度 $v > \frac{\sqrt{2gh}}{2}$ 时, 物体将会在传送带上做一段匀变速运动. 如果尚未到达传送带右端, 速度即与传送带速度相同, 此后物体将做匀速运动, 而后以速度 v 离开传送带. v 的最大值 v_2 为物体在传送带上一直加速而达到的速度, 即

$$mg\mu \frac{l}{2} = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_0^2,$$

由此解得

$$v_2 = \sqrt{\frac{7}{2}gh}.$$

当 $v \geq v_2$, 物体将以速度 $v_2 = \sqrt{\frac{7}{2}gh}$ 离开传送带, 因此得 O 、 D 之间的距离为 $s = \frac{l}{2} + t\sqrt{\frac{7}{2}gh} = \frac{l}{2}(1 + \sqrt{7})$

当 $v_1 < v < v_2$, 即 $\frac{\sqrt{2gh}}{2} < v < \sqrt{\frac{7}{2}gh}$ 时, 物体从传送带右端飞出时的速度为 v , O 、 D 之间的距离为 $s = \frac{l}{2} + vt = \frac{l}{2}\left(1 + \frac{2v}{\sqrt{2gh}}\right)$

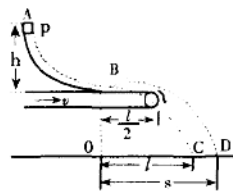


图 1-1-21