



新课标



白鹿庵文化

同一堂课

高效全程导学

GAOXIAO QUANCHENG DAOXUE

丛书总主编：薛金星

配套人民教育出版社实验教科书

高中物理

必修 ②



北京师范大学出版社
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PRESS

21 二十一世纪出版社
21st Century Publishing House



新课标

同一堂课

高效全程导学

Gaoxiao Quancheng Daoxue

丛书主编：薛金星

配套人民教育出版社实验教科书

高中物理 必修 ②

主 编：刘世国
 编 委：刘兆春 高金妹 张丙军
 郑元贞 赵延龙 张 波
 王玉娥 赵延光



北京师范大学出版社
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PRESS



二十一世纪出版社
21st Century Publishing House

同一堂课·高效全程导学

高中物理·必修②

配套人民教育出版社实验教科书

出版:21世纪出版社

地址:江西省南昌市子安路75号

邮编:330009

发行:北京白鹿苑文化传播有限公司

印刷:北京季蜂印刷有限公司

版次:2005年8月第1版第1次印刷

开本:880×1230毫米 1/16 印张:4.75

书号:ISBN 7-5391-3066-0

定价:7.00元

前言

同学们，《高中新课标高效全程导学》丛书和大家见面了，它作为你学习的良师益友，将伴随你度过高中三年宝贵的学习时光。

随着课程改革的不断深化和新教材在全国范围的使用，新的教育理念日益深入人心，新的课程标准也得到认真贯彻。为适应新的学习需要，我们精心组织编写了这套丛书。编写的宗旨是“导学”——激发兴趣，启迪探究，拓展认知，锤炼能力；编写的体例是“全程”——与教材同步，以单元(章)为大单位，以课(节)为小单位，按课前、课中、课后三个学习阶段，设三个模块，每个模块设若干栏目，对同学们应掌握的知识 and 应具备的能力进行指导和训练。随着这些模块和栏目的日修月炼，教材所包含的丰富内容，将如“好雨知时节”那样，“润物细无声”地化为同学们的“知识与技能，过程与方法，情感态度与价值观”。

第一模块是“预而立之”。中国有古训“凡事预则立，不预则废”。就是说不论做什么事情，预先做好准备，才能成功；不预先做好准备，就会失败。学习当然也如此，课前的预习是一个重要环节。做好课前预习，课堂上才能充分开展师生间的互动和交流，收到好的学习效果。“预而立之”设两个栏目：一是[课标导航]。本栏目将帮助同学们明确学习目标，知道学习精力应往哪儿使；同时在学习目标引导下，收集相关信息，养成关注信息的习惯和处理信息的能力；二是[自学引领]。本栏目将帮助同学们创设自学情景，指导自学方法，培养终身受益的自学能力，同时也为提高课堂学习效率奠定良好基础。

第二模块是“博而学之”。《中庸》中说：“博学之，审问之，慎思之，明辨之，笃行之。”这里论述的是学习过程中必须把握住的几点要领：要广泛地学习知识，详尽地探究原理，慎重地思考得失，明确地辨别正误，切实地进行实践。把握住这几点，课堂学习效果自然会好。本模块设四个栏目：一是[知识窗口]。帮助同学们掌握本课(节)应知应会的基础知识，通过[知识窗口]认识世界；二是[要点探究]。引领同学们深入探究本课(节)的重点和难点，整体把握教材内容；三是[例题精析]。选择有代表性的典型例题，进行解说，指明思路，训练思维；四是[互动平台]。通过提出若干思考题进行师生间、同学间互动交流，总结知识规律和解决方法。本模块需要申明两点：一是每个学科都有各自的特点，因而所设栏目可能因学科不同而有所变动；二是课堂学习是以教师为主导进行的，同学们要在本模块所设栏目引领下，很好地配合教师的教学。

第三模块是“学而习之”。《论语》开篇第一句说：“子曰：学而时习之，不亦说乎！”课后复习，不仅能巩固所学知识，而且能温故而知新，提升学习质量，的确是学习生活中必不可少的一步。因而“学而习之”是本丛书的重点模块，设三个栏目：一是[达标演练]。旨在巩固已学过的知识，同时也是自我评价，测试一下自己是否达到了“预而立之”所提出的学习目标；二是[能力提升]。本栏目所列练习题是[达标演练]题的延伸和深化，培养探究精神，提高灵活运用所学知识的能力；三是[拓展创新]。本栏目所列习题，是在以上两类习题基础上的拓展，有一定难度，思维空间也更为广阔，适于创新意识的培养和创新能力提高。

在以上三个模块之外，本丛书大部分科目在每个单元(章)之后还配置了[单元评价]，每册书之后配置了[综合评价]。这些练习题更注重上、中、下三个档次题的难度搭配，习题内容也更注重联系同学们的生活经验，联系社会热点问题，联系当代科技发展的前沿知识，其题型、内容、难度都极力向高考题拉近。同学们只要认真做好这些练习题，实质上就是进行一次次高考的实战演习。

同学们，这套丛书由全国各地最富有教学经验的老师们编写，他们了解同学们的实际，熟知学科知识的体系和结构，也洞悉高考改革的趋向。同学们只要随身携带这套丛书，必将起到你行进中的手杖和指示灯的作用。当你顺利步入高等学府的殿堂时，这套丛书仍会是你学习生活中永远的记忆。

目 录

同一堂课高效全程导学·物理

第五章 机械能及其守恒定律	(1)
第一节 追寻守恒量	(1)
第二节 功	(3)
第三节 功率	(5)
第四节 重力势能	(7)
第五节 探究弹性势能的表达式	(9)
第六节 探究功与物体速度变化的关系	(10)
第七节 动能和动能定理	(12)
第八节 机械能守恒定律	(15)
第九节 实验:验证机械能守恒定律	(17)
第十节 能量守恒定律与能源	(20)
单元评价	(22)
第六章 曲线运动	(26)
第一节 曲线运动	(26)
第二节 运动的合成与分解	(27)
第三节 探究平抛运动的规律	(29)
第四节 抛体运动的规律	(32)
第五节 圆周运动	(34)
第六节 向心加速度	(36)

目 录

同一堂课高效全程导学·物理

第七节 向心力	(38)
第八节 生活中的圆周运动	(40)
单元评价	(42)
第七章 万有引力与航天	(47)
第一节 行星的运动	(47)
第二节 太阳与行星间的引力	(49)
第三节 万有引力定律	(51)
第四节 万有引力理论的成就	(53)
第五节 宇宙航行	(54)
第六节 经典力学的局限性	(57)
单元评价	(58)
综合评价	(62)
参考答案	(66)

第五章

机械能及其守恒定律

第一节 追寻守恒量

课标导航

1. 理解动能、势能及能量的概念与意义。
2. 会分析动能与势能间的相互转化。
3. 通过动能、势能间的相互转化来研究生活中的物体的运动,培养热爱生活的情趣。

自学引领

1. 什么是势能?重力势能和弹性势能分别与哪些因素有关?如何判断其大小的变化?
2. 什么是动能?动能与哪些因素有关?如何判断其大小的变化?
3. 机械能包含哪些形式的能量?举例说明不同形式的机械能之间可以相互转化。如何才能使能量从一种形式转化为另一种形式?转化过程中能的总量保持不变吗?

要点探究

了解动能、势能与哪些因素有关,并能根据其相关因素的变化情况分析说明能量的转化情况,初步体会“能量守恒”的含义。

例题精析

例 1 2003年10月15日上午9:00,我国第一艘载人航天飞船神舟五号在酒泉卫星发射中心发射升空,以下是飞船返回过程的部分报道:

10月16日凌晨4:34,神舟五号飞船开始进行着陆准备工作。神舟五号飞船返回前飞行在距地面数百公里高的圆形轨道上,速度约为8 000 m/s。要使飞船返回地面,必须改变飞船飞行速度的大小和方向,使其脱离原来的飞行轨道,进入下降飞行轨道……

6:04,当返回舱距地球约100 km时,进入稠密的大气层,在大气层中继续下降,并急剧减速。这时,返回舱与大气层将产生剧烈的摩擦,返回舱就像一个大火球一样,舱体温度达数千℃……如图5-1所示。

6:07,返回舱进入中国上空,此时距地面约40 km,速度已降低至200 m/s……

根据以上文字分析飞船返回过程中能量的转化情况并



图 5-1

说明依据。

思路点拨 对于质量一定的物体,其重力势能随高度的变化而变化,动能随速度的变化而变化,而温度的变化将引起内能的变化。明确了返回舱高度、速度和温度的变化情况,便可判断能量的转化情况。

规范解答 返回舱进入大气层后,由于高度降低,速度减小,温度升高,所以其重力势能和动能减少、内能增加,即重力势能和动能转化为内能。

解题回顾 某种形式的能量减少时,必定有其他形式的能量在增加,根据不同形式能量所对应的相关因素的变化情况,就可以判断能量的转化情况。本题解答切勿受思维定势的影响,即在物体下落过程,重力势能不一定都转化为动能,要具体问题具体分析。

例 2 如图5-2所示,小球在竖直力 F 作用下,将竖直轻弹簧压缩,若将力 F 撤去,小球将向上弹起并离开弹簧,直到速度变为零时为止,在小球上升的过程中()

- A. 小球的动能先增大后减小
- B. 小球在离开弹簧时动能最大
- C. 小球动能最大时弹性势能为零
- D. 小球动能减为零时,重力势能最大



图 5-2

思路点拨 力 F 撤去后,小球在弹力和重力的共同作用下先向上做加速运动,其动力学方程为 $F_{弹} - mg = ma$,由于弹力逐渐减小,所以加速度 a 逐渐减小,即小球先向上做加速度逐渐减小的变加速运动,当 $F_{弹} = mg$ 时, $a = 0$,此时速度最大、动能最大,此后,由于 $F_{弹} < mg$,小球开始做减速运动,小球动能开始减小,当小球动能减为零时,其高度最高,重力势能最大。可见小球速度最大时,弹簧并未恢复原长,所以此时弹性势能不为零。

规范解答 AD

解题回顾 正确的答案来自于对物理过程的准确分析,本题为解答再次印证了这一点。

互动平台

生活中使用的许多东西都可看做能量转换器,它们把能量从一种形式转化为另一种形式。请观察你家中的各种生活

用品,分别指出它们工作时进行了哪些能量转化.

达标演练

1. 随着人类能量消耗的迅速增加,如何有效地提高能量利用率是人类所面临的一项重要任务.图 5-3 是上海“明珠线”某轻轨车站的设计方案,与站台连接的轨道有一个小的坡度,请你从提高能量利用效率的角度,分析这种设计的优点.

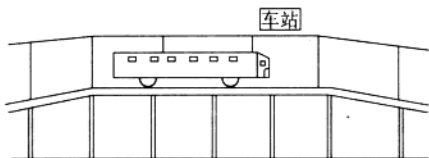


图 5-3

2. 长江三峡江段是当今世界上最大的水力资源宝库之一,最早提出修建三峡工程的是中国民主革命的先驱孙中山先生.自那以后,无数的专家学者对三峡工程倾注了极大的心血,终于在 1992 年 4 月 3 日第七届全国人民代表大会第五次会议上通过了《关于兴建长江三峡工程决议》,于是 1993 年进入施工准备阶段,1994 年正式开工,1997 年大江截流成功,2003 年开始通航并首期发电,计划 2009 年全部竣工,总工期 17 年.

请根据图 5-4 三峡电站示意图从能量转化角度简要说明水力发电的原理.想一想,为什么建水电站要建拦河大坝?

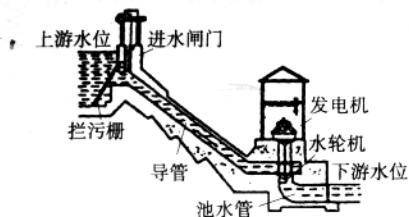


图 5-4

能力提升

1. “蹦极运动”是勇敢者的运动.蹦极运动员将弹性长绳系在双脚上,弹性绳的另一端固定在高处的跳台上,运动员从跳台上跳下后,可以在空中上下往复运动多次,最后停在空中,如果把运动员视为质点,忽略运动员起跳的初速度和水平方向的运动,弹性长绳伸直时可视为一根长弹簧.对于运动员、弹性长绳和地球组成的系统,以弹性长绳没有伸长时为弹性势能的零点,以跳台处为重力势能的零点.运动员从跳台跳下后,则有()

A. 由于机械能的损失,第一次反弹回的高度一定低于跳台的高度

B. 第一次落到最低位置的动能为零,弹性势能最大

C. 跳下后动能最大时的弹性势能为零

D. 最后运动员停在空中时系统的机械能最小

2. 在交通运输中,常用“客运效率”表示每消耗单位能量对应的载客数和运送路程的乘积,即客运效率=人数×路程/消耗能量.一个人骑电动自行车,消耗 10^6 J 的能量可行驶 30 km,而一辆载有 4 人的普通轿车,消耗 3.2×10^8 J 的能量可行驶 100 km,则电动自行车与这辆轿车的客运效率之比是()

A. 6:1 B. 12:5 C. 24:1 D. 48:1

3. 图 5-5 表示撑杆跳运动的几个阶段:助跑、撑杆起跳、越横杆,试定性地说出在这几个阶段中能量的转化情况.

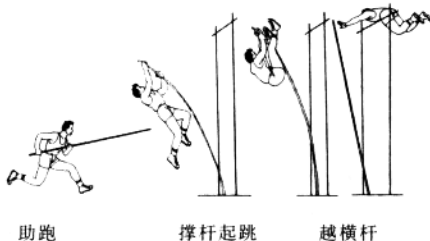


图 5-5

拓展创新

图 5-6 中的图像记录了摆球的动能、势能随摆球位置而变化的关系.请你分析下边的图像,说明图像证明了什么物理规律.

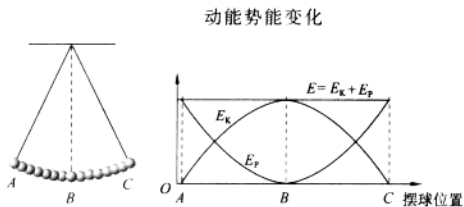


图 5-6

第二节 功

课标导航

1. 理解并会运用功的定义及求功公式。
2. 理解正负功的含义并会解释生活实例。
3. 功与实际生活联系非常密切,通过探究功来探究生活实例。

自学引领

1. 功是一个重要的概念,初中物理中我们就已经学习过,那么,什么是功?做功的两个必要因素是什么?你能写出功的一般表达式吗?功是标量还是矢量?单位是怎样规定的?

2. 什么情况下力对物体做正功?什么情况下力对物体做负功?什么情况下力对物体不做功?功的正负所代表的含义是什么?

3. 一个物体同时受几个力的作用发生了一段位移,怎样计算力对物体做的总功?

要点探究

功的公式 $W = Fl \cos \alpha$ 适用于各种情况下恒力做功的计算,其中 F 、 l 表示力和位移的大小,恒为正值; α 表示力与位移之间(或力与速度之间)的夹角, $\cos \alpha$ 的正负决定了功的正负.对某些变力做功,有时也可利用等效替代的方法利用 $W = Fl \cos \alpha$ 算出.由于功是标量,所以其正负的含义及总功的计算均与矢量不同,应注意区分.

例题精析

例 1 如图 5-7 所示,在倾角是 θ 的斜面底端放着一个质量是 m 的物体,它与斜面间的动摩擦因数是 μ .一个人用平行于斜面的力 F 将此物体沿斜面匀速上推距离 l ,试求:

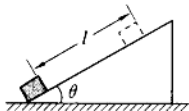


图 5-7

- (1) 物体克服摩擦力做的功等于多少?
- (2) 推力对物体做的功等于多少?
- (3) 物体克服重力做的功等于多少?
- (4) 合外力对物体做的功等于多少?

思路点拨 本题解题的关键是 θ 角的确定,因此应对物体进行受力分析,画出受力示意图.

规范解答 如图 5-8 所示,物体受四个力作用,其中滑动摩擦力 $f = \mu mg \cos \theta$.

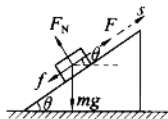


图 5-8

由图可见:

推力 F 做的功 $W_F = Fl$.

滑动摩擦力做的功 $W_f = -fl = -\mu mgl \cdot \cos \theta$.

物体克服摩擦力做的功 $W'_f = \mu mgl \cdot \cos \theta$.

重力做的功 $W_G = mgl \cdot \cos(90^\circ + \theta) = -mgl \cdot \sin \theta$.

物体克服重力做的功 $W'_G = mgl \cdot \sin \theta$.

支持力做的功 $W_N = F_N \cdot l \cdot \cos 90^\circ = 0$.

合外力所做的功 $W = W_F + W_f + W_G + W_N$

$$= (F - \mu mg \cos \theta - mg \sin \theta)l.$$

由于物体沿斜面向上匀速运动,所以 $F = mg \sin \theta + \mu mg \cos \theta$,故合外力做的功 $W = 0$.

或由于物体做匀速运动, $F_{\text{合}} = 0$,所以合外力做的功 $W = F_{\text{合}} \cdot l = 0$.

规律总结 (1) 认真分析力与位移之间的夹角 θ 是正确计算功、确定功的正负的前提;

(2) 注意计算合力做功的两种方法.

例 2 如图 5-9 所示,

用恒力 F 通过光滑的定滑轮,将静止于水平面上的物体从位置 A 拉到位置 B,物体可视为质点,定滑轮距水平平面高为 h ,物体在位置 A、B 时,细绳与水平面的夹角分别为 α 和 β ,求绳的拉力 F 对物体做的功.

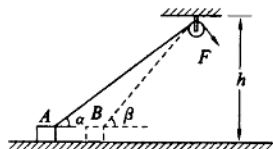


图 5-9

思路点拨 从题设的条件看,作用于物体上的绳的拉力 T ,大小与外力 F 相等,但物体从 A 运动至 B 的过程中,

拉力 T 的方向与水平面的夹角由 α 变为 β ,显然拉力 T 为变力,此时恒力功定义式 $W = F \cdot l \cdot \cos \alpha$ 就不适用了.如何化“求变力功”为“求恒力功”就成为解题的关键.由于绳拉物体的变力 T 对物体所做的功与恒力 F 拉绳做的功相等,根据力对空间积累效应的等效替代便可求出绳的拉力对物体做的功.

规范解答 设物体在位置 A 时,滑轮左侧绳长为 l_1 ,当物体被绳拉至位置 B 时,绳长变为 l_2 ,因此物体由 A 到 B,绳长的变化量

$$\Delta l = l_1 - l_2 = \frac{h}{\sin \alpha} - \frac{h}{\sin \beta}.$$

又因 $T = F$,则绳的拉力 T 对物体做的功

$$W_T = W_F = F \cdot h \left(\frac{1}{\sin \alpha} - \frac{1}{\sin \beta} \right).$$

解题回顾 如何将“求变力功”转化为“求恒力功”,即实现由“变”到“不变”的转化,本题采用了等效法,即将恒定拉力 F 作用点的位移与拉力 F 的乘积替代绳的拉力对物体做功.这种解题的思路和方法应予以高度重视.

互动平台

1. 如图 5-10 所示, A、B 两物体始终保持相对静止状态, 并一起沿水平方向向左匀速运动了 s 距离, 已知物体的质量是 m , 斜面 A 的倾角是 θ , 那么在运动过程中, 重力对 B 做的功等于 _____; A 对 B 的弹力对 B 做的功等于 _____; A 对 B 的摩擦力对 B 做的功等于 _____.

图 5-10

2. 一木块前端安有一滑轮, 绳的一端系在右方墙上, 另一端穿过滑轮用恒力 F 拉住, 保持两股绳之间的夹角 θ 不变, 当用力拉绳使木块前进 l 时, 如图 5-11, 力 F 对木块做的功(不计绳重和摩擦)是()

- A. $F l \cos \theta$
- B. $F l (1 + \cos \theta)$
- C. $2 F l \cos \theta$
- D. $2 F l$

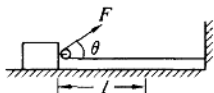


图 5-11

达标演练

1. 关于功的概念, 下列说法中正确的是()

- A. 力对物体做功多, 说明物体的位移一定大
- B. 力对物体做功少, 说明物体的受力一定小
- C. 力对物体不做功, 说明物体一定没移动
- D. 物体发生了位移, 不一定有力对它做功

2. 如图 5-12 所示, 质量为 m 的物体静止在斜木块上, 现让物体和斜木块一同竖直向上做匀速运动. 在运动过程中, 斜木块对物体的弹力做 _____, 斜木块对物体的摩擦力对物体做 _____, 物体的重力做 _____, 以上各力做的总功为 _____ (填“正功”、“负功”或“零”).

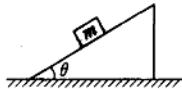


图 5-12

3. 两个互相垂直的力 F_1 和 F_2 作用在同一物体上, 使物体由静止开始运动, 物体通过一段位移时, 力 F_1 对物体做功 8 J, 力 F_2 对物体做功 6 J, 则 F_1 和 F_2 对物体做的总功是 _____ J.

4. 在水平地面上, 汽车用一大小不变的水平力 F 拉拖车, 先从甲地沿直线匀速运动到乙地, 再由乙地沿直线匀速回到甲地. 若甲、乙两地相距 l , 则在甲、乙两地往返过程中, 汽车对拖车做的功为()

- A. 0
- B. $F l$
- C. $2 F l$
- D. $3 F l$

5. 如图 5-13 所示, 倾角为 θ 斜面上有一个质量为 m 的物体, 在水平推力 F 的作用下移动了距离 l , 如果物体与斜面间的动摩擦因数为 μ , 则推力 F 所做的功为()

- A. $F l$
- B. $F l \cos \theta$
- C. $F l \sin \theta$
- D. $m g (\sin \theta + \mu \cos \theta) l$

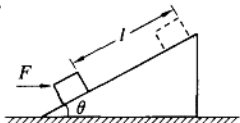


图 5-13

能力提升

1. 一根木棒沿水平桌面从 A 运动到 B, 如图 5-14 所示, 若棒与桌面间的摩擦力大小为 F , AB 之间的距离为 l , 则棒对桌面的摩擦力和桌面对棒的摩擦力做的功各为()

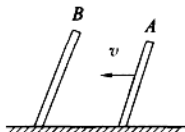


图 5-14

- A. $-F l; -F l$
- B. $F l; -F l$
- C. $0; -F l$
- D. $-F l; 0$

2. 一物体在两个共点力 F_1 、 F_2 作用下移动 2 m (如图 5-15), 则哪种情况下这两个力的总功最大()

- A. $F_1 = 8 \text{ N}, F_2 = 0 \text{ N}$
- B. $F_1 = F_2 = 8 \text{ N}, \theta = 120^\circ$
- C. $F_1 = F_2 = 8 \text{ N}, \theta = 90^\circ$
- D. $F_1 = F_2 = 8 \text{ N}, \theta = 150^\circ$

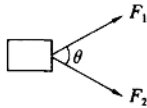


图 5-15

3. 如图 5-16 所示, 某个力 $F = 10 \text{ N}$ 作用于半径为 $R = 1 \text{ m}$ 的转盘边缘上, 力 F 的大小保持不变, 但方向保持在任何时刻均与作用点的切线一致, 则转动一周这个力 F 做的总功为()

- A. 0 J
- B. $20 \pi \text{ J}$
- C. 10 J
- D. 20 J

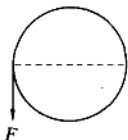


图 5-16

4. 以初速度 v_0 竖直向上抛出一个质量为 m 的小球, 上升最大高度是 h . 如果空气阻力 f 的大小恒定, 则从抛出到落回出发点的整个过程中, 空气阻力和重力对小球做的功分别为()

- A. 零; 零
- B. $-f h; m g h$
- C. $-2 f h; -2 m g h$
- D. $-2 f h; 零$

5. 一个质量为 5 kg 的物体, 在水平拉力作用下, 匀速移动 4 m, 已知滑动摩擦系数 $\mu = 0.1$, 那么水平拉力做功是 _____. 如果这个物体以 3 m/s^2 的加速度在水平地面上移动 4 m, 那么水平拉力做功是 _____. (g 取 10 m/s^2)

6. 图 5-17 中是几个斜面, 它们的高度相同, 而倾角不同. 让质量相同的物体沿斜面由静止从顶端开始运动到底端. 试根据功的公式来证明: 物体沿不同斜面滑下时重力所做的功相同, 均为 $m g h$.

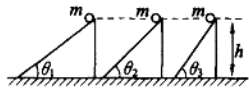


图 5-17

拓展创新

当力的方向与物体运动方向一致时,恒力 F 对物体所做的功 $W = Fl$,在 $F-l$ 图像中,功 W 可以用 $F-l$ 图线与坐标轴所围成的面积来表示,如图 5-18 所示.

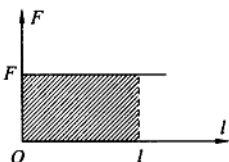


图 5-18 W 在数值上等于阴影部分的面积

(1) 若 F 的大小随位移 l 是变化的,那么 $F-l$ 图线与坐标轴所围成的面积是否还表示力 F 所做的功? 如何说明这一问题?

(2) 如果力 F 的大小与位移成正比,你能写出计算力 F 所做功的表达式吗?

(3) 实例分析:

用锤击钉,设木板对钉子的阻力跟钉子进入木板的深度成正比,每次击钉时锤子对钉子做的功相同.已知击打第一次时,钉子进入板内 1 cm,则击打第二次时,钉子进入木板的深度为()

- A. 1 cm B. 0.75 cm
C. 0.5 cm D. 0.41 cm

第三节 功率

课标导航

- 理解功率的定义及额定功率与实际功率的区别.
- 理解公式 $P = \frac{W}{t}$ 和 $P = Fv$ 的含义及适用范围,会用它们分析、处理实际问题.
- 感知功率在实际生活中的应用,提高学习物理科学的价值观.

自学引领

- 功率是描述物体做功快慢的物理量,它是怎样定义的呢? 公式是什么? 单位是怎样规定的?
- 平均功率和瞬时功率有什么区别和联系? 瞬时功率的公式 $P = Fv$ 是怎样导出的? 它的适用范围是什么?
- 汽车上坡时,司机要用“换挡”的办法减小速度,来得到较大的牵引力,你能说明这样做的道理吗?

要点探究

利用公式 $P = Fv$ 讨论运输机械启动问题时, P 表示发动机的输出功率(不一定是额定功率), F 表示牵引力(并非合外力), v 表示瞬时速度. 若其启动过程中所受阻力恒定,则运输机械以恒定的功率启动和匀加速启动有何不同? 其最大行驶速度与哪些因素有关?

例题精析

例 1 有一艘质量为 1.0×10^7 kg 的轮船,发动机的额定功率是 1.8×10^8 W,假设所受的阻力为 1.2×10^7 N,且始终保持不变.求:

- 当发动机以额定功率工作、航行速度为 9 m/s 时,轮船的加速度;
- 这艘轮船长时间能保持的最大航行速度.

思路点拨 由 $P = Fv$ 可知,当轮船发动机的功率一定时, v 越大,牵引力 F 越小,又因为在轮船前进方向上, $F -$

$f = ma$,所以当轮船以恒定功率启动时,随着 v 的增大, F 减小, a 减小,即轮船做加速度逐渐减小的变加速运动,当 $F = f$ 时, $a = 0$,轮船速度达到最大,此后轮船将保持这一速度做匀速运动.

规范解答 (1) 由 $P = Fv$ 可知,当 $v = 9$ m/s 时,

$$F = \frac{P}{v} = \frac{1.8 \times 10^8}{9} \text{ N} = 2.0 \times 10^7 \text{ N},$$

$$\text{又 } F - f = ma,$$

$$\text{故 } a = \frac{F - f}{m} = \frac{2.0 \times 10^7 - 1.2 \times 10^7}{1.0 \times 10^7} \text{ m/s}^2 = 0.8 \text{ m/s}^2.$$

(2) 轮船以最大速度航行时, $F = f = 1.2 \times 10^7$ N,

$$\text{故 } v_m = \frac{P}{F} = \frac{P}{f} = \frac{1.8 \times 10^8}{1.2 \times 10^7} \text{ m/s} = 15 \text{ m/s}.$$

解题回顾 物体的运动情况决定于其初始条件和受力情况,所以要确定物体的运动情况必须从分析物体受力入手,当运输机械发动机功率及所受阻力一定时,由于牵引力随速度增大而减小,所以启动过程不可能做匀加速运动,如果要匀加速运动,则发动机功率必须随速度增大而增大.

例 2 汽车质量为 2 000 kg,汽车发动机的额定功率为 80 kW.它在平直公路上行驶时所受阻力是恒定的, $f = 4 \times 10^3$ N.现这辆汽车在该公路上由静止开始以 2 m/s^2 的加速度做匀加速直线运动,那么

- 这个匀加速过程可以维持多长时间? 匀加速过程结束时汽车的速度为多大?
- 汽车最终可达到的最大速度为多大?
- 第 3 s 末汽车的实际功率为多大?

思路点拨 汽车匀加速启动时,其牵引力 F 应保持不变.由 $P = Fv$ 可知,发动机的实际功率 P 将随 v 的增大而增大,当 $P = P_m$ 时,匀加速过程结束,此后汽车将保持额定功率不变做变加速运动,牵引力 F 随 v 的增大而减小,当 $F = f$ 时,汽车速度达到最大.

规范解答 (1) 由 $F - f = ma$ 可知, 汽车做匀加速运动时, 其牵引力

$$F = f + ma = (4 \times 10^3 + 2000 \times 2) \text{ N} = 8 \times 10^3 \text{ N}.$$

由 $P = Fv$ 可知, 匀加速过程结束时汽车的速度

$$v = \frac{P_{\text{额}}}{F} = \frac{80 \times 10^3}{8 \times 10^3} \text{ m/s} = 10 \text{ m/s}.$$

$$\text{所用时间 } t = \frac{v}{a} = \frac{10}{2} \text{ s} = 5 \text{ s}.$$

(2) 汽车最终可达到的最大速度 $v_m = \frac{P_{\text{额}}}{f} = \frac{8 \times 10^4}{4 \times 10^3} \text{ m/s} = 20 \text{ m/s}.$

(3) 汽车在第 3 s 末的速度 $v' = at' = 2 \times 3 \text{ m/s} = 6 \text{ m/s}.$
 汽车的实际功率 $P' = Fv' = 8 \times 10^3 \times 6 \text{ W} = 4.8 \times 10^4 \text{ W} = 48 \text{ kW}.$

解题回顾 一般情况下, 汽车的行驶速度应等于发动机的实际功率除以牵引力 F , 只有计算最大速度时, 才可以用额定功率除以阻力 f , 应注意区分.

互动平台

图 5-19 所示是一学生骑车爬坡的情形. 假如他骑车时的最大功率是 1200 W, 车和学生的总质量是 75 kg, 斜坡倾角为 20° , 运动过程中受到的摩擦阻力恒为 60 N, 则此学生骑车上坡的最大速度是多少? 假如他在水平路面上骑车, 最大速度可达到多少? (取 $g = 10 \text{ m/s}^2$.)

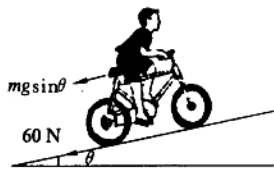


图 5-19

达标演练

1. 在平直公路上以一定速度匀速行驶的自行车所受阻力约为人和车总重的 0.02 倍, 骑车人的功率约为 ()

- A. 0.1 kW B. 10^{-3} kW

- C. 1 kW D. 10 kW

2. 汽车匀速驶上山坡, 下列说法中错误的是 ()

- A. 汽车所受合外力对汽车所做的功为零
 B. 如发动机输出功率为 p , 汽车上坡摩擦力为 f , 则汽车上坡的最大速度 $v_m = \frac{p}{f}$

- C. 摩擦力与重力对汽车做负功, 支持力对汽车不做功
 D. 当发动机输出功率为恒定时, 车速越大, 牵引力越小

3. 一台起重机将质量 $m = 1.0 \times 10^3 \text{ kg}$ 的货物匀加速地竖直吊起, 在 2 s 末货物的速度为 $v = 4.0 \text{ m/s}$, 若取 $g = 10 \text{ m/s}^2$, 不计额外功, 求:

(1) 起重机在这 2 s 内的平均功率;

(2) 起重机在 2 s 末的瞬时功率.

4. 一台柴油机装在汽车上, 在额定功率下, 汽车匀速行驶的速度可达 90 km/h; 装在汽船上, 在额定功率下, 汽船匀速行驶的速度可达 20 km/h. 汽车和汽船哪个受到的阻力大? 二者的阻力之比是多少?

能力提升

1. 汽车的发动机的额定输出功率为 P_1 , 它在水平路面上行驶时受到的摩擦阻力大小恒定, 汽车在水平路面上由静止开始运动, 直到车速达到最大速度 v_m , 汽车发动机的输出功率 P 随时间变化的图像如图 5-20(1) 所示. 若在 $0-t_1$ 时间内, 汽车发动机的牵引力是恒定的, 则汽车受到的合力 $F_{\text{合}}$ 随时间变化的图像可以是图 5-20(2) 四个图中的 ()

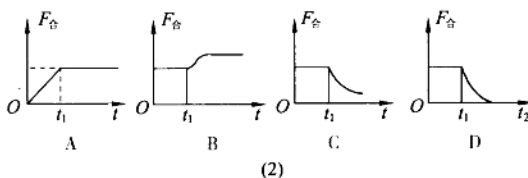


图 5-20

2. 人的心脏每跳一次大约输送 $8 \times 10^{-5} \text{ m}^3$ 的血液, 正常人血压 (可看做心脏压送血液的压强) 的平均值约为 $1.5 \times 10^4 \text{ Pa}$, 心跳约每 min 70 次, 据此估测心脏工作的平均功率为 _____.

3. 起重机在 5 s 内将 2 t 的重物由静止开始匀加速提升 10 m 高, 若取重力加速度 g 为 10 m/s^2 , 则此起重机具备的最小功率应是 _____.

4. 质量为 10 t 的汽车, 额定功率为 66 kW, 如果在行驶中, 汽车受到的阻力是车重的 0.05 倍, 求

(1) 汽车能够达到的最大速度是多少?

(2) 如果汽车以额定功率行驶, 那么, 当汽车速度为 5 m/s 时其加速度多大?

(3) 如果汽车以 7.5 m/s 的速度匀速行驶, 发动机的功率是多大? (g 取 10 m/s^2)

拓展创新

一辆汽车以速率 v_1 沿一略倾斜的坡路向上匀速行驶, 若保持发动机功率不变, 沿此坡路向下匀速行驶的速率为 v_2 . 假设汽车受到的摩擦阻力不变, 汽车保持发动机的功率不变时, 在水平路面上匀速行驶的车速是多少?

第四节 重力势能

课标导航

1. 理解重力势能的概念, 会用重力势能的定义式进行计算。
2. 理解重力势能的变化和重力做功的关系, 知道重力做功与路径无关。
3. 知道重力势能的相对性, 知道重力势能属于地球和物体所组成的“系统”。

自学引领

1. 重力做功有何特点? 根据这一特点怎样计算重力做功?
2. 为什么把 mgh 叫做重力势能? $E_p = mgh$ 中的 h 与重力做功的计算式 $W_G = mgh$ 中 h 的含义有何区别?
3. 重力势能的变化与重力做功之间存在怎样的对应关系? 重力势能的变化是否只与重力做功有关?
4. 为什么说重力势能是相对的? 重力势能的正负所代表的含义是什么?

要点探究

重力势能的变化只决定于重力做功, 与其他力是否做功及做多少功无关。重力做功的特点使我们可以根据其初、末位置由 $W = mgh$ 计算重力所做的功, 式中 h 应为物体重心位置的变化。

例题精析

例 1 把质量为 3 kg 的石头从 20 m 高的山崖上以 30° 角向斜上方抛出(如图 5-21)。石头的落地点到抛出点的水平距离为 10 m 。则从抛出到石块落地的过程中, 重力做了多少功? 石块的重力势能如何变化? 变化了多少?

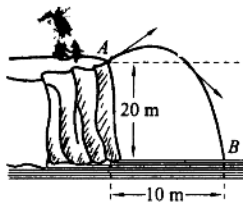


图 5-21

思路点拨 由于重力做功只跟物体的起点和终点的位置有关, 跟其运动路径无关, 所以重力做功的表达式可写为 $W_G = \pm mgh$, 其中 h 表示起点与终点间的竖直高度差。

规范解答 重力做功 $W_G = mgh = 3 \times 10 \times 20 \text{ J} = 600 \text{ J}$ 。

由于重力做正功, 物体高度降低, 所以重力势能减少, 减少了 600 J 。

解题回顾 重力做功的特点为我们计算重力做功带来了方便, 重力做功情况决定了重力势能如何变化, 变化多少。

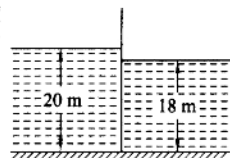


图 5-22

例 2 某海湾共占面积 $1.0 \times 10^7 \text{ m}^2$, 涨潮时平均水深 20 m , 此时关上水坝闸门, 可使水位保持 20 m 不变, 退潮时, 坝外水位降到 18 m (如图 5-22)。利用此水坝建立一座水力发电站, 重力势能转化为电能的效率为 10% 。每天有两次涨潮, 该电站每天能发出多少电能?

思路点拨 退潮时, 打开闸门, 坝内的水位最终应降至 18 m , 在此过程中, 坝内 18 m 以上那部分水的重力势能减小, 其变化量 $\Delta E_p = mg\Delta h$, 其中 Δh 应为这部分水的重心下落高度, 即 $\Delta h = 1 \text{ m}$ 。

规范解答 当坝内水位降至 18 m 时, 流过发电站的水的质量为

$$m = \rho V = \rho(h_1 - h_2)S, \text{ 其中 } h_1 = 20 \text{ m}, h_2 = 18 \text{ m}.$$

这部分水的重力势能减少量为

$$\Delta E_p = mg\Delta h = \rho(h_1 - h_2)Sg\Delta h.$$

一天发出的电能为

$$E_{电} = 2\Delta E_p \times 10\% = 0.2\rho(h_1 - h_2)Sg\Delta h = 0.2 \times 1 \times 10^3 \times (20 - 18) \times 1.0 \times 10^7 \times 10 \times 1 \text{ J} = 4 \times 10^{10} \text{ J}.$$

解题回顾 对于不能看做质点的物体, 计算重力势能时, h 应为其重心的高度。

互动平台

1. 质量为 m 的小球用长为 L 的轻绳悬于 O 点, 如图 5-23 所示, 小球在水平力 F 作用下由最低点 P 缓慢地移动到 Q 点, 在此过程中 F 做的功为()

- $FL\sin\theta$
- $mgL\cos\theta$
- $mgL(1 - \cos\theta)$
- $FL\tan\theta$

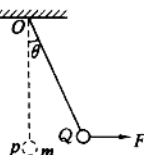


图 5-23

2. 如图 5-24 所示, 在水平地面上平铺 n 块砖, 每块砖的质量为 m , 厚度为 h , 如将砖一块一块地叠放起来, 至少需要做多少功?

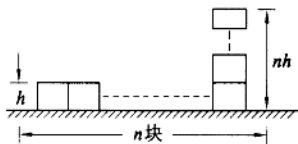


图 5-24

达标演练

1. 关于重力势能的下列说法中正确的是()
 - A. 物体的重力势能等于它的质量和高度的乘积
 - B. 重力势能的变化与重力做功相关联, 重力做正功, 物

体的重力势能就增加

C. 重力所做的功等于重力势能的变化,重力做正功,重力势能减小;反之,物体克服重力做功,重力势能增加

D. 物体重力势能的大小跟选择的参考平面有关

2. 相对于同一参考平面而言,以下四个重力势能值中最小的是()

- A. 100 J B. 0 J
C. -60 J D. -150 J

3. 如图 5-25 所示,物体从 A 点出发,沿着三条不同的路径运动到 B 点,则移动过程中重力做功的情况是()

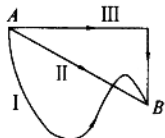


图 5-25

A. 沿路径 I 运动,重力做功最多

B. 沿路径 II 运动,重力势能改变量最大

C. 沿路径 III 运动,重力做功最少

D. 沿各条路径运动,重力势能的变化量相同

4. 一根长为 L 、重为 G 的均匀木棒,将其由水平位置竖起来,克服重力做功为()

- A. GL B. $2GL$
C. $\frac{1}{2}GL$ D. 无法确定

5. 井深 8 m,井上支架高 2 m,在支架上用一根 3 m 长的绳子系住一个重 100 N 的物体,若以地面为参考平面,则物体的重力势能为 _____;若以井底为参考平面,则物体的重力势能为 _____.

能力提升

1. 一物体静止在升降机的地板上,在升降机加速上升的过程中,地板对物体支持力所做的功()

- A. 大于物体重力势能的增加量
B. 小于物体重力势能的增加量
C. 等于物体重力势能的增加量
D. 以上三种情况均有可能

2. 物体自由下落,其相对于地的重力势能与下落速度的关系如图 5-26 所示,下列各图中正确的是()

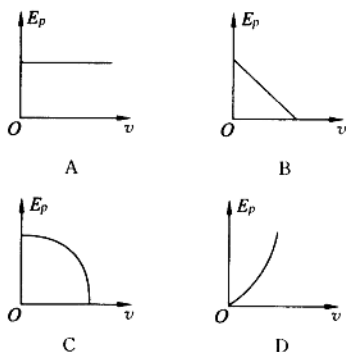


图 5-26

3. 某物体运动过程中受两个力的作用,其中重力做功为 -30 J,另一个力做功为 40 J,在此过程中,重力势能 _____ (填“增加”或“减少”)了 _____ J.

4. 质量为 100 g 的小球从 1.8 m 的高处落到水平板上,又弹回到 1.25 m 的高度,在这个过程中,重力对小球所做的功是多少?球的重力势能变化了多少?

拓展创新

长江三峡工程位于长江西陵峡中段,坝址在湖北省宜昌市三斗坪.三峡工程是一座具有防洪、发电、航运及养殖和蓄水巨大综合利用效益的特大型水利水电工程,其主要数据见表一、表二.

表一

大坝	坝高/m	185
	坝长/m	2 335
	最大蓄水位/m	175
水库	总库容量/ m^3	3.930×10^{10}
	防洪库容量/ m^3	2.215×10^{10}
	平均年流量/ m^3	4.510×10^{11}

表二

电站	总装机数/台	26
	总装机容量/kW	1.820×10^7
	年平均发电量/kW·h	8.468×10^{10}
通航	万 t 级双线 5 线船闸/座	1
	3 000 t 级单线垂直升船机/座	1
	年单向通航能力(总 t 数)/t	5×10^7

长江三峡具有丰富的水利资源.请根据表一、表二的有关数据完成下列问题.

(1) 最大蓄水位 $h =$ _____, 平均年流量 $V =$ _____; 年平均消耗水能 $E =$ _____, 转化为电能的百分比 $\eta =$ _____.

(2) 若 26 台发电机组全部建成并发电,按设计要求年发电时间为多少?

第五节 探究弹性势能的表达式

课标导航

1. 进一步理解弹性势能的概念及其意义,了解弹性势能的表达式。
2. 理解弹性势能的变化与弹力做功之间的关系。
3. 通过探究弹性势能的表达式体验科学探究过程所用的方法。

自学引领

1. 重力势能与弹性势能同属于机械能中的势能,二者之间既有区别又有许多相似之处,请你从“定义”、“相关物理量”、“势能表达式”、“势能的变化与相应作用力做功的关系”等几个方面进行对比。
2. 通过本节课的学习,你对科学探究的一般过程和方法有何认识?

要点探究

功是能量转化的量度,某种形式能量的变化总对应着某个力或某些力做功。弹性势能的变化决定于弹力做功,通过探究拉伸(或压缩)弹簧过程中弹力做功的表达式可以明确弹性势能的表达式,但由于弹力是变力,因此无法直接利用 $W=Fl$ 计算弹力做功,本节再次运用“无限分割,逐渐逼近”的思想,利用 $F-l$ 图像解决了这一问题。

例题精析

例 1 由胡克定律可知,弹簧中的弹力跟弹簧伸长(或缩短)的长度 l 成正比,即 $F=k l$,其 $F-l$ 图像如图 5-27 所示。当我们缓慢拉伸(或压缩)弹簧时,在弹簧的伸长量由 l_1 变为 l_2 的

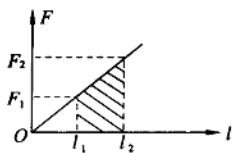


图 5-27

过程中,拉力所做的功在数值上等于 $F-l$ 图线与坐标轴所围成的梯形的面积(阴影部分),请你计算这个功,看它有什么特点?你能否由拉力做功得出弹性势能的表达式?

思路点拨 缓慢拉伸(或压缩)弹簧时,可以认为拉力始终与弹力相等。由胡克定律可写出 F_1 、 F_2 的表达式,根据梯形面积公式可计算出拉力所做的功,看看这个功是否等于某个物理量的变化?这个物理量是否就是我们所要寻找的弹性势能的表达式?

规范解答 由胡克定律可知 $F_1 = k l_1$, $F_2 = k l_2$ 。

根据梯形的面积公式,拉力 F 做的功

$$W = \frac{1}{2} (F_1 + F_2) (l_2 - l_1) = \frac{1}{2} k (l_1 + l_2) (l_2 - l_1)$$

$$= \frac{1}{2} k l_2^2 - \frac{1}{2} k l_1^2.$$

由功的表达式可以看出:拉力 F 做的功等于“ $\frac{1}{2} k l^2$ ”这个物理量的变化,且这个物理量具备了弹性势能应具备的特点,所以“ $\frac{1}{2} k l^2$ ”就是弹性势能的表达式。

解题回顾 当弹力做正功时,弹性势能减少;当弹力做负功时,弹性势能增大,且弹力做了多少功,弹性势能就变化多少。这一规律与“重力做功与重力势能变化的关系”完全相同。

例 2 弹簧水平放置测出其自然长度,然后竖直悬挂让其自然下垂,在其下端竖直向下施加外力 F ,实验过程是在弹簧的弹性限度内进行的。用记录的外力 F

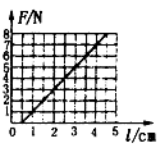


图 5-28

与弹簧的形变量 l 作出的 $F-l$ 图线如图 5-28 所示。

(1) 由图可知弹簧的劲度系数为多大? 图线不过原点的原因是什么?

(2) 现用力将弹簧缓慢地拉伸 4 cm, 此过程中拉力所做的功为多少?

思路点拨 物理图像的斜率及其与坐标轴的截距往往代表特殊的含义,由胡克定律可知,弹簧的劲度系数等于 $F-l$ 图像的斜率,而图线不过原点似乎与弹簧自然长度的测量有关。当用力拉伸弹簧时,由于拉力是变力,所以该力所做的功可由弹性势能的变化进行计算。

规范解答 (1) 由图像可知,弹簧的劲度系数为

$$K = \frac{\Delta F}{\Delta l} = \frac{8 \text{ N}}{(4.5 - 0.5) \text{ cm}} = 200 \text{ N/m}.$$

图线不过原点是由于弹簧在竖直悬挂时的自然长度比水平放置时的自然长度要长。

(2) 弹簧伸长 4 cm 时,其弹性势能为

$$E_p = \frac{1}{2} k l^2 = \frac{1}{2} \times 200 \times (0.04)^2 \text{ J} = 0.16 \text{ J}.$$

拉力所做的功 $W = \Delta E_p = 0.16 \text{ J}$ 。

解题回顾 掌握了弹力做功与弹性势能变化的关系,根据弹性势能的变化可直接判断弹力做功情况,计算弹力做功的大小。

互动平台

用功的公式 $W=Fl$ 计算变力做功时, F 可理解为平均作用力,根据弹性势能的表达式及弹力做功与弹性势能变化的关系,讨论一下如何表示弹簧中的平均弹力?

达标演练

1. 如图 5-29 所示,在粗糙斜面顶端固定一弹簧,其下端挂一物体,物体在 A 点处于平衡状态,现用平行于斜面向下的力拉物体,第一次直接拉到 B 点,第二次将物体先拉到 C 点,再回到 B 点,则两次过程中()

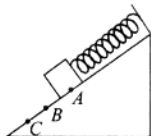


图 5-29

- A. 重力势能改变量相等
- B. 弹簧的弹性势能改变量相等
- C. 摩擦力对物体做的功相等
- D. 弹簧弹力对物体做的功相等

2. 图 5-30 所示是弹簧门的一角,依靠弹簧形变后储存的弹性势能能够自动将打开的门关闭.当将弹簧门打开时,弹簧的弹力对外做_____功,弹性势能_____;当弹簧门关闭时,弹簧的弹力对外做_____功,弹性势能_____.



图 5-30 弹簧门

3. 如图 5-31 所示,一根长为 l_1 的橡皮条和一根长为 l_2 的绳子 ($l_1 < l_2$) 悬于同一高度的两点,橡皮条另一端系 A 球,绳子另一端系 B 球,两球质量相等.现从悬线水平位置(橡皮条保持原长)将两球由静止释放,当两球至最低点时,橡皮条的长变为与绳子相等,此时两球动能与()

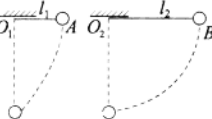


图 5-31

- A. B 球较大
- B. A 球较大
- C. 两球相等
- D. 不能确定谁的大

能力提升

1. 请设计一个实验,研究在弹性限度内当弹簧被压缩或拉长相等的长度时,其所具有的弹性势能是否相等?

2. 一种叫做“蹦极”的现代运动,可以用下面的实验来进行模拟,如图 5-32 所示.在桌边插一个支架,在支架横臂的端点系上一根橡皮绳,其重力可不计,劲度系数为 k ,橡皮绳的弹力与其长度成正比.橡皮绳另一端系一质量为 m 的小球,使小球从支架横臂高度处由静止下落,小球落到最低点时,便又被橡皮绳拉回,然后再落下……已知橡皮绳的弹性势能 $E_p = \frac{1}{2} kx^2$,式中 k 为劲度系数, x 为橡皮绳的伸长量或压缩量,若小球下落的最大高度是 L ,试求橡皮绳的自然长度.

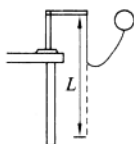


图 5-32

拓展创新

某人用手将一边长为 a 的立方体木块按入水中,使其上表面刚好与水面相平,如图 5-33 所示.松手后,木块将上浮.讨论一下,如何计算木块上浮过程中浮力所做的功?你能写出功的表达式吗?

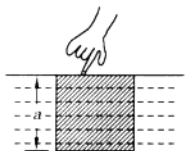


图 5-33

第六节 探究功与物体速度变化的关系

课标导航

1. 学会用打点计时器来探究功与速度变化的关系.
2. 进一步熟悉用图像处理实验数据的一般方法.
3. 初步了解功与动能、动能与速度的关系.

自学引领

1. 通过分析小车受力,说明在橡皮筋弹开小车的过程中,小车是怎样运动的?能量是怎样转化的?实验中要测量的速度是小车在何时的运动速度?
2. 小车在运动过程中受到哪些阻力作用?实验中,为了抵消小车所受阻力,应使木板倾斜,使小车所受重力沿斜面向下的分力等于阻力,此时轻推小车,小车应如何运动?
3. 实验中是用什么方法使功成倍地增加的?这样做的依据是什么?

要点探究

本节的实验探究是通过改变橡皮筋的条数改变做功多少,通过打点计时器所打纸带计算小车的速度,利用图像处

理实验数据寻找 W 与 v 之间的关系.为使实验结果尽可能准确,实验中应通过使木板倾斜来平衡摩擦力,小车的速度应为橡皮筋恢复原长后的速度,即应选取点距均匀的那部分纸带进行测量.

例题精析

例 1 一辆质量为 m 的汽车,停在水平公路上,启动发动机,在发动机牵引力的作用下,汽车开始运动,经过一段位移 s ,速度变为 v ,不计摩擦,且 F 为恒力(如图 5-34 所示),求:牵引力做功和汽车速度变化之间的关系.

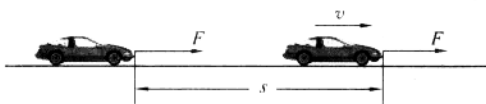


图 5-34

思路点拨 汽车在水平方向仅受牵引力 F 的作用,