

普通高中课程标准实验教材

高中物理 ②

必修

GAOZHONG WULI

新课标 新精编

XINKEBIAO
XINJINGBIAN

主编
郑青岳



浙江教育出版社

ZHEJIANG JIAOYU CHUBANSHE

普通高中课程标准实验教材

高中物理 ②

必修

新课标 新精编

XINKEBIAO
XINJINGBIAN

主 编 郑青岳
编 者 沈金林 吴磊峰 胡君亮



浙江教育出版社

ZHEJIANG JIAOYU CHUBANSHE

图书在版编目(CIP)数据

新课标 新精编. 高中物理. 2: 必修 / 郑青岳主编. —杭州: 浙江教育出版社, 2006.9

ISBN 7-5338-6518-9

I. 新... II. 郑... III. 物理课—高中—习题
IV. G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 079867 号

责任编辑	周延春	装帧设计	韩 波
责任校对	戴正泉	责任印务	温劲风

普通高中课程标准实验教材

新课标 新精编 高中物理 2 必修

● 主 编 郑青岳

● 出版发行 浙江教育出版社
(杭州市天目山路 40 号 邮编 310013)

● 图文制作 杭州富春电子印务有限公司

● 印 刷 杭新印务有限公司

● 开 本 880×1230 1/16

● 印 张 5.25

● 字 数 180 000

● 印 数 00 001—15 000

● 版 次 2006 年 9 月第 1 版

● 印 次 2006 年 9 月第 1 次

● 书 号 ISBN 7-5338-6518-9/G·6488

● 定 价 7.30 元

联系电话 0571-85170300-80928

e-mail: zjjy@zjcb.com

网址: www.zjeph.com

前言

高中课程改革正在全国各地逐步展开。其中,高中物理新课程旨在提高学生的科学素养,改变学生的学习方式,从知识与技能、过程与方法、情感态度与价值观三个方面培养学生。为了深入贯彻新课程标准的精神,配合人民教育出版社《普通高中课程标准实验教科书·物理》的顺利使用,帮助学生实现高中物理课程的教育目标,我们组织了教学第一线的物理特级教师和优秀中青年教师,在深入研究了《高中物理课程标准》及各种版本实验教科书的基础上,编写了这套《新课标 新精编 高中物理》丛书。

本书的编写以“讲求循序渐进,重视科学思想与科学方法,强调实践意识与探究精神,渗透情感态度价值观的教育”为原则,配套人民教育出版社《普通高中课程标准实验教科书·物理2 必修》。它具有以下几个鲜明的特点:

1. 同步性。本书以教科书中的节为基本单位,根据新课标教学的要求和学生学习的特点进行编写,与高中物理教学同步,便于教师的教学和学生的使用。
2. 科学性。根据新课标学习的需要,本书设置了“教材解读”、“例题解析”、“基础训练”和“发展训练”四个栏目。“教材解读”帮助学生深刻理解教材的重点、难点和疑点问题;“例题解析”以典型例题为载体,教给学生思考问题、分析问题和解决问题的策略和方法;“基础训练”和“发展训练”目的在于让学生通过训练巩固所学知识,发展思维能力。
3. 层次性。为了适应不同学习水平的学生的不同要求,以及学生在不同的学习阶段的不同要求,本丛书选编的训练题都分为“基础训练”和“发展训练”两组,分别反映了课程的基础性目标和发展性目标。这种具有较大选择性的训练能够使不同层次的学生都能够充分获益,也符合循序渐进的学习原则。
4. 新颖性。本书力求体现新课程的理念,突出科学探究、联系实际,注重激发学生学习的兴趣,力求反映近年来高中物理习题教学和命题研究的最新成果,所选习题无论是在内容上,还是在形式上,都具有一定的新颖性。

本丛书主编为郑青岳,本分册的编者为:沈金林、吴磊峰、胡君亮。

由于时间匆促,加上编者对新课程的认识有待进一步提高,本书在编写时难免出现一些不足,敬请广大师生指正。

《新课标 新精编 高中物理》编写组

2006年9月



第五章 机械能及其守恒定律

1. 寻找守恒量	1
2. 功	1
3. 功率	3
4. 重力势能	6
5. 探究弹性势能的表达式	8
6. 探究功和物体速度变化的关系	10
7. 动能和动能定理	12
8. 机械能守恒定律	17
9. 实验：验证机械能守恒定律	22
10. 能量守恒与能源	25
复 习	27

第六章 曲线运动

1. 曲线运动	33
2. 运动的合成与分解	35
3. 探究平抛运动的规律	37
4. 抛体运动的规律	39
5. 圆周运动	41
6. 向心加速度	44
7. 向心力	46
8. 生活中的圆周运动	49
复 习	51

第七章 万有引力与航天

1. 行星的运动	57
2. 太阳与行星间的引力	59
3. 万有引力定律	61
4. 万有引力理论的成就	63
5. 宇宙航行	65
6. 经典力学的局限性	68
复 习	69

答案与提示	73
-------------	----



第五章

机械能及其守恒定律

1. 寻找守恒量

2. 功

教材解读

知识要点

1. 势能和动能

相互作用的物体凭借其位置而具有的能量叫做势能。物体由于运动而具有的能量叫做动能。

2. 功及其计算式

物体受到力的作用,并在力的方向上发生了一段位移,就说力对物体做了功。做功的两个必要因素:力;物体在力的方向上发生的位移。

力对物体所做的功,等于力的大小、位移的大小、力与位移夹角的余弦三者的乘积,即 $W = Fl \cos \alpha$ 。

做功的过程是能量转化的过程,做了多少功,就有多少能量发生转化。

3. 正、负功及其物理意义

功是标量,只有量值,没有方向,但有正、负。功的正负的意义是:

①当 $\alpha < \frac{\pi}{2}$ 时, $W > 0$, 即力 F 做正功,表示力 F 为动力。

②当 $\alpha = \frac{\pi}{2}$ 时, $W = 0$, 力 F 与速度方向垂直,物体在力的方向上没有发生位移,该力对物体不做功。

③当 $\frac{\pi}{2} < \alpha < \pi$ 时, $W < 0$, 即力 F 做负功,表示力 F 为阻力。

问题讨论

1. 摩擦力一定做负功吗?

力做正功还是做负功要看这个力是动力还是阻力。摩擦力可以是动力也可以是阻力,也可能与位移方向垂直。所以,不论是静摩擦力,还是滑动摩擦力,既可以对物体做正功,也可以对物体做负功,还可能对物体不做功。

如图 5-1 所示,质量为 M 的木板静止在光滑的水平面上,质量为 m 的木块以某一速度滑上木板。它们之间

的动摩擦因数为 μ 。当木块与木板刚好相对静止时,木板在地面上滑动了距离 l ,而木块在木板上滑动了距离 d 。摩擦力对木块 m 做负功,所做的功为 $-\mu mg(l+d)$,摩擦力对木板 M 做正功,所做的功为 μmgl 。

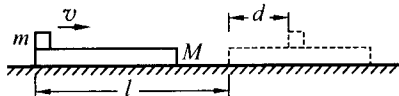


图 5-1

当木块 m 滑上木板过程时,若木板 M 被固定,则滑动摩擦力对 M 不做功。

值得注意的是,这一对相互作用的摩擦力做的总功不为 0,其值为 $-\mu mgd$,这一点与相互作用力的等大反向不同。

2. 如何计算总功?

如果一个物体同时受到几个力的作用,则这几个力对物体所做的总功,等于各个力分别对物体所做功的代数和,即 $W = W_1 + W_2 + W_3 + \dots$,也等于这几个力的合力对物体所做的功,即 $W_{\text{合}} = F_{\text{合}} l \cos \alpha$ 。

如果力对物体做功的过程可以划分为几个阶段,则这一过程中力对物体所做的功,等于在各个阶段中力对物体所做功的代数和。

例题解析

例 1 卡车用水平拉力 F 拉着拖车在水平路面上行驶。当卡车将拖车沿一直线从 A 处缓慢地移到 B 处,然后再从 B 处缓慢地移回到 A 处,如果 A 、 B 两处相距 l ,在这过程中拉力 F 对拖车做的功是 ()

- A. 0 B. Fl
C. $2Fl$ D. 条件不足,无法确定

分析与解 功是一个过程量,不同过程的功可以累积,即可求前、后两个过程功的代数和。在卡车将拖车从 A 处缓慢地移到 B 处过程中,拉力 F 做功为 $W_1 = Fl$ 。再从 B 处缓慢地移回到 A 处,拉力 F 做功也为 $W_2 = Fl$ 。则整个过程中拉力做的功为 $2Fl$ 。

本题正确答案为 C。

回顾与拓展 本题容易错误选择选项 A。导致错选的原因主要是认为整个过程中的位移为 0,做功也为 0。要注意,在整个来回过程中,拉力的方向发生了改变,是变力做的功,不可以直接套用功的计算式 $W = Fl \cos \alpha$ 。

例 2 如图 5-2 所示,质量为 m 的物体 A 静止在倾角为 θ 的斜面 B 上,物体 A 和 B 之间的动摩擦因数为 μ ,

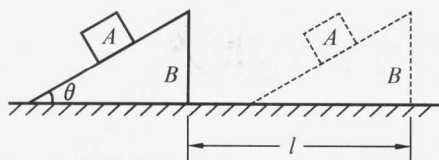


图 5-2

它们一起在水平面上匀速向右移动 l 距离。在这过程中,重力对物体 A 做功是_____,物体 B 对物体 A 的支持力做功等于_____,B 对物体 A 的摩擦力对物体 A 所做的功等于_____,外力对物体 A 做的总功为_____。

分析与解 物体受到三个力的作用:重力 mg 、斜面的支持力 F_N 和摩擦力 F ,如图 5-3 所示。

因重力方向竖直向下,与物体水平方向的位移互相垂直,则重力做功 $W_1=0$;

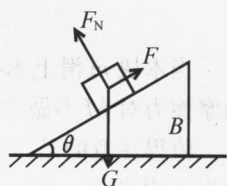


图 5-3

因为物体 A 与斜面 B 一起做匀速运动,根据平衡条件可得,垂直斜面向上的支持力 $F_N=mg\cos\theta$, F_N 的方向与位移方向的夹角为 $\alpha_2=90^\circ+\theta$,则支持力做功 $W_2=F_N l \cos\alpha_2=mg\cos\theta \cdot l \cdot \cos(90^\circ+\theta)=-mgl\sin\theta\cos\theta$;

同理,根据平衡条件可得,摩擦力 $F=mg\sin\theta$, F 的方向与位移方向的夹角为 $\alpha_3=\theta$,则摩擦力做功 $W_3=F l \cos\alpha_3=mg\sin\theta \cdot l \cdot \cos(90^\circ+\theta)=mgl\sin\theta\cos\theta$;

则外力对物体做的总功为 $W_{\text{总}}=W_1+W_2+W_3=0+(-mgl\sin\theta\cos\theta)+mgl\sin\theta\cos\theta=0$ 。

回顾与拓展 对本题,我们也可先求得合外力,再求合外力做的功。因为物体做匀速运动,则合外力 $F_{\text{合}}=0$,即合外力做功为 $W_{\text{合}}=0$ 。以此可印证,外力对物体做功的代数和等于合外力对物体所做的功。即 $W_{\text{合}}=F_{\text{合}} l \cos\alpha=W_1+W_2+W_3+\dots$ 。

同步练习

基础训练

- 一个质量为 0.7 kg 的球静止在水平地面上。某同学向球踢了一脚,踢球用的力为 50 N , 10 s 内足球在地面上滚动了 20 m 后停下,则 ()
A. 人对足球做了 $1\ 000\text{ J}$ 的功
B. 足球滚动过程中地面对球的支持力不做功
C. 人对足球做功的功率为 100 W
D. 踢出去的足球,获得了 $1\ 000\text{ J}$ 的动能
- 如图 5-4 所示的四种情况下,力 F 大小均相等,物体运动的位移 l 也相同,则力 F 对物体做功最小的是 ()

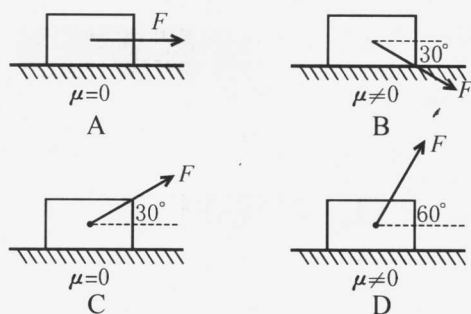


图 5-4

- 起重机吊钩下挂着质量为 m 的重物。如果重物以加速度 a 匀减速下降了高度 h ,则重物克服钢索拉力所做的功为 ()
A. mgh
B. $m(g+a)h$
C. $m(g-a)h$
D. $m(a-g)h$
- 如图 5-5 所示,光滑的斜劈放在水平面上,斜面上用固定的竖直板挡住一个光滑球。当整个装置沿水平面以速度 v 匀速运动时,下列说法正确的是 ()
A. 小球的重力不做功
B. 斜面对球的弹力不做功
C. 挡板对球的弹力不做功
D. 以上三种说法都正确
- 如图 5-6,爱斯基摩人和狗分别匀速拉雪橇走了同样的路程,人所做的功_____狗所做的功。(填“大于”、“小于”或“等于”)

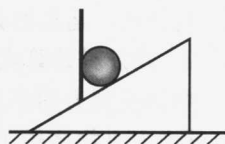


图 5-5

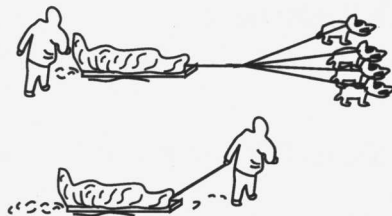


图 5-6

- 如图 5-7 所示的照片是游乐场中“激流勇进”的项目。设小船与乘客的总质量为 200 kg ,小船在倾斜水槽中下滑时所受的阻力为重力的 0.01 倍,水槽的坡度为 30° ,倾斜部分的长度为 20 m 。你能根据所提供的信息,计算小船在滑向底部的过程中,有哪些力对小船(包括乘客)做功,分别做多少功,这些力做的总功是多少吗?



图 5-7

7. 质量为 m 的物体,以一定的速度 v 滑上粗糙的水平面,同时受到水平恒力 F 作用,沿水平方向产生了位移 l 。在这一运动过程中,关于恒力 F 的做功情况,下列分析正确的是 ()

- A. 如果物体做匀速直线运动, F 一定对物体做正功
 B. 如果物体做加速直线运动, F 一定对物体做正功
 C. 如果物体做减速直线运动, F 一定对物体做负功
 D. 如果物体做减速直线运动, F 一定对物体做正功
8. 关于两个力做功的关系,下列说法正确的是 ()
- A. 一质点受两个力作用且处于平衡状态,这两个力在同一段时间内做的总功一定为 0
 B. 滑动摩擦力和静摩擦力都可以对物体做正功或负功
 C. 在同样时间内,作用力和反作用力的功大小不一定相等,但正负号一定相反
 D. 在同样时间内,作用力和反作用力的功大小不一定相等,正负号也不一定相反

发展训练

9. 如图 5-8 所示,一物体以一定的初速度沿水平面从 A 点滑到 B 点,摩擦力做功为 W_1 。若该物体从 A' 点出发沿斜面上滑再下滑到 B' 点,摩擦力做功为 W_2 。若两段路程的水平位移相等,且物体与各接触面的动摩擦因数均为 μ ,则 ()

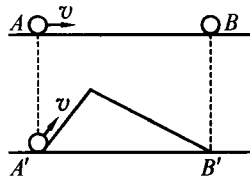


图 5-8

- A. $W_1 = W_2$ B. $W_1 > W_2$
 C. $W_1 < W_2$ D. 无法判断
10. 如图 5-9 所示,水平传送带 A、B 间距离为 10 cm,以恒定的速度 1 m/s 匀速传动。现有一质量为 0.2 kg 的小物体无初速放在 A 端,物体与传送带间的动摩擦因数为 0.5, g 取 10 m/s^2 。则物体由 A 运动到 B 的过程中传送带对物体做的功为 ()

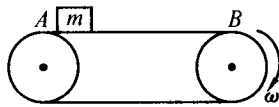


图 5-9

- A. 0
 B. 10 J
 C. 0.1 J
 D. 除上面三个数值以外的某一值
11. 图 5-10 中木板质量为 M ,长度为 L ,木块质量为 m ,大小可不计,水平地面光滑。有一根不计质量的轻绳通过定滑轮分别与 M 和 m 连接,木块与木板间的摩擦系数为 μ 。开始时木块静止在木板左端,现用水平向右的力将 m 拉到木板的右端,拉力至少做功 ()

A. μmgL

B. $2\mu mgL$

C. $\frac{\mu mgL}{2}$

D. $\mu(M+m)gL$

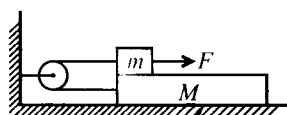


图 5-10

12. 如图 5-11 所示,在光滑的水平面上,物块在恒力 $F = 100 \text{ N}$ 作用下从 A 点运动到 B 点,不计滑轮的大小,不计绳、滑轮间摩擦。已知 $H = 2.4 \text{ m}$, $\alpha = 37^\circ$, $\beta = 53^\circ$,求拉力对物块所做的功。

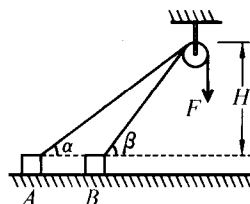


图 5-11

3. 功率



知识要点

1. 功率

功率是表示力做功快慢的物理量,它是能量转化快慢的量度。

功率等于力对物体所做的功与完成这些功所用的时间之比,即 $P = \frac{W}{t}$ 。

2. 额定功率和实际功率

机械正常工作时允许达到的最大功率叫做额定功率,通常在发动机铭牌及说明书中标明。机械实际运行时的功率叫做实际功率。实际功率一般总小于或等于额定功率。特殊情况下机器的实际功率可以大于额定功率,但如果机器长时间在大于额定功率下工作,容易损坏。

3. 功率的两个计算式 $P = \frac{W}{t}$ 和 $P = Fv$

公式 $P = \frac{W}{t}$ 是功率的定义式,它计算出的是机械在一段时间 t 内消耗的平均功率,它不但可用来计算机械功率,也可用来计算非机械功率(如电功率等)。

公式 $P = Fv$ 是功率与速度的关系式,适用条件是力 F 与速度 v 的方向一致。它只可用来计算机械功率,而



不能用来计算其他功率。若 v 为平均速度,则求得的 P 即为平均功率;若 v 为瞬时速度,则求得的 P 即为对应时刻的瞬时功率。

问题讨论

汽车的机械功率 P 、牵引力 F 与速度 v 之间有怎样的关系?

根据功率计算式 $P=Fv$,可推得:

(1) 当汽车发动机在额定功率下运行时,动力与运行速度成反比,即 $F \propto \frac{1}{v}$;

(2) 当汽车运行速度一定时,功率与动力成正比,即 $P \propto F$;

(3) 当汽车保持匀变速运动时,发动机所需动力 F 一定,功率与运行速度成正比,即 $P \propto v$ 。

例如,当汽车发动机的功率一定时,上坡时由于要增大牵引力,司机就只能用换挡的办法以减小行驶速度。而当汽车从平路到上坡时,若要保持速度不变,必须加大油门以增大发动机的功率获得较大的牵引力。当汽车做匀加速直线运动时,随着速度的增大,汽车的功率也将增大。

例题解析

例1 跳绳是一种健身运动。设某运动员的质量为 50 kg,他一分钟跳绳 180 次。假定在每次跳跃中,脚与地接触时间占跳跃一次所需时间的 $\frac{2}{5}$,则该运动员跳绳时克服重力做功的平均功率是多大? (g 取 10 m/s^2)

分析与解 关键是要求出每次跳跃所需的时间,由此得每次跳跃上升的高度,进而求得每次跳跃中运动员克服重力做多少功。

$$\text{每次跳跃所需的时间: } t = \frac{60}{180} \text{ s} = \frac{1}{3} \text{ s},$$

$$\text{每次跳跃在空中停留的时间: } t_1 = \frac{3}{5} t = \frac{1}{5} \text{ s},$$

$$\text{每次跳跃中上升的时间: } t_2 = \frac{1}{2} t_1 = 0.1 \text{ s},$$

$$\text{每次跳跃上升的高度: } h = \frac{1}{2} g t_2^2 = 0.05 \text{ m},$$

$$\text{每次跳跃克服重力做功: } W_0 = mgh,$$

$$\text{跳绳时克服重力做功的平均功率 } P = \frac{W}{t} = \frac{180 W_0}{60} = 75 \text{ W}.$$

回顾与拓展 本题容易出现的错误是把每次克服重力所做的功除以每次上升时间当成了平均功率。这是由于对“平均功率”概念理解不透所致。题意要求解决“跳绳时”的平均功率,就应该用整个跳绳过程的全部时间。另外本题的思维环节较多,分析推理能力要求较高,解题时要善于提取有效信息,养成逐步分析、推导的条理性,

提高分析、推理和综合应用的能力。

例2 质量是 2 000 kg、额定功率为 80 kW 的汽车,在平直公路上行驶的最大速度为 20 m/s。若汽车从静止开始做匀加速直线运动,加速度大小为 2 m/s^2 ,运动中的阻力不变。求:

- (1) 汽车所受阻力的大小;
- (2) 3 s 末汽车的瞬时功率;
- (3) 汽车做匀加速运动的时间;
- (4) 汽车在匀加速运动中牵引力所做的功。

分析与解 (1) 速度最大时,牵引力最小,在量值上等于阻力。据此可得阻力 $F = \frac{P}{v_1}$,可求得 $F = 4\,000 \text{ N}$ 。

(2) 由于汽车在 3 s 末的速度 $v = at = 6 \text{ m/s}$,而牵引力由 $F_{\text{牵}} - F = ma$ 得 $F_{\text{牵}} = 8\,000 \text{ N}$,

故此时的功率为 $P = F_{\text{牵}} v = 4.8 \times 10^4 \text{ W}$ 。

(3) 设匀加速运动的时间为 t ,则 t 时刻的速度为 $v = at = 2t$,这时汽车的功率为额定功率。由 $P = F_{\text{牵}} v$,将 $F_{\text{牵}} = 8\,000 \text{ N}$ 和 $v = 2t$ 代入,得 $t = 5 \text{ s}$ 。

(4) 虽然功率在不断变化,但功率却与速度成正比,故平均功率为额定功率的一半,从而得牵引力做的功 $W = Pt = 40\,000 \times 5 \text{ J} = 2 \times 10^5 \text{ J}$ 。

回顾与拓展 在求解第(2)小题的过程中,实际上隐含了一种判断,即 3 s 末汽车的瞬时功率尚未达到额定功率。对于存在最大值的问题,往往需要判断所涉及的状态是否超过临界状态。

同步练习

基础训练

1. 火车做匀加速直线运动,若阻力不变,则 ()
 - A. 牵引力和功率都不变
 - B. 牵引力变大,功率不变
 - C. 牵引力不变,功率变大
 - D. 牵引力和功率都变大
2. 起重机把相同的货物匀速提升相同的高度,第一次快速提升,第二次提升较慢。则下列判断正确的是 ()
 - A. 第一次起重机做功比第二次多
 - B. 起重机两次做功一样多
 - C. 第一次起重机的功率比第二次大
 - D. 起重机两次功率一样大
3. 铁路提速要解决许多具体的技术问题,其中提高机车牵引力功率是一个重要问题。已知匀速行驶时,列车所受阻力与速度的平方成正比,即 $F = kv^2$ 。列车要提速,就必须研制出更大功率的机车。那么,当列车分别以 120 km/h 和 40 km/h 的速度在水平轨道上匀速行驶时,机车的牵引力功率之比为 ()

- A. 3:1 B. 9:1
C. 27:1 D. 81:1
4. 质量为 $5 \times 10^3 \text{ kg}$ 的汽车, 在水平公路上由静止开始做匀加速直线运动, 加速度为 2 m/s^2 , 所受阻力是 $1\,000 \text{ N}$, 则汽车在第 1 s 末的即时功率是 ()
A. 22 kW B. 20 kW
C. 11 kW D. 2 kW
5. 竖直上抛一球, 球又落回原处。已知空气阻力的大小正比于球的速度, 则以下说法正确的是 ()
A. 上升过程中克服重力做的功大于下降过程中重力做的功
B. 上升过程中克服重力做的功等于下降过程中重力做的功
C. 上升过程中克服重力做功的平均功率大于下降过程中重力做功的平均功率
D. 上升过程中克服重力做功的平均功率等于下降过程中重力做功的平均功率
6. 一辆质量为 m 的汽车, 在平直的公路上行驶时的功率恒为 P , 受到的阻力也恒定不变。当汽车经过甲地速度达到 v_1 时, 仍在加速行驶, 汽车经过乙地速度达到 v_2 时, 恰好变为匀速行驶。则下列解题思路中, 正确的是 ()
A. 可根据 $F_2 = \frac{P}{v_2}$ 和 $F_2 = F$ 求出阻力 F
B. 可根据 $t = \frac{v_2 - v_1}{a}$ 求出汽车从甲地到乙地的时间 t
C. 可根据 $F_1 = \frac{P}{v_1}$ 和 $F_1 - F = ma_1$ 求出汽车在速度 v_1 时的加速度 a_1
D. 可根据 $x = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2a}$ 求出甲、乙两地间的位移 x
7. 某司机为确定他驾驶的汽车上所载货物的质量, 采用了如下方法: 已知汽车自身的质量为 m_0 , 当汽车空载时, 让汽车在平直公路上以额定功率行驶, 从速度表上读出汽车达到的最大速度为 v_0 。当汽车载重时, 仍让汽车在平直公路上以额定功率行驶, 从速度表上再读出汽车达到的最大速度为 v 。设汽车行驶时的阻力与总重力成正比。试根据以上提供的已知量求出车上所载货物的质量 m_1 。

8. 有一种氢气燃料汽车, 其中以氢气为动力燃料的发动机在工作过程中, 只会排出水蒸气而无二氧化碳等其他废气排出, 因而不会污染环境。假设某氢气燃料汽车质量为 6 t , 该车发动机的最大输出功率为 60 kW , 并保持最大输出功率行驶在平直公路上, 行驶时阻力是车重的 0.05 倍。求:
(1) 它的最大行驶速度为多大?
(2) 当它的速度为最大速度的一半时, 汽车的加速度为多大? (g 取 10 m/s^2)

发展训练

9. 如图 5-12 所示是健身用的“跑步机”示意图。质量为 m 的锻炼者踩在与水平面成 α 角的静止皮带上, 用力向后蹬皮带, 皮带运动过程中受到阻力恒为 F , 皮带以速度 v 匀速向后运动。则在运动过程中, 下列说法正确的是 ()

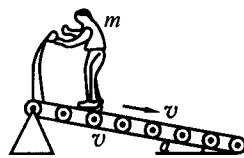


图 5-12

- A. 人脚对皮带的摩擦力是皮带运动的动力
B. 人对皮带不做功
C. 人对皮带做功的功率为 mgv
D. 人对皮带做功的功率为 Fv
10. 如图 5-13 所示, 一小孩站在船头, 两种情况下均用同样大小的力拉绳, 经过相同的时间 t (船未碰撞), 小孩所做的功 W_1 、 W_2 及在时间 t 内小孩拉绳的功率 P_1 、 P_2 的关系为 ()

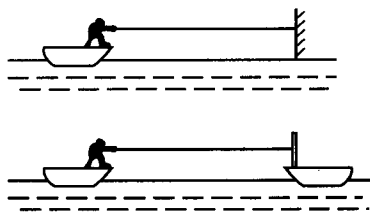


图 5-13

- A. $W_1 > W_2, P_1 = P_2$ B. $W_1 = W_2, P_1 = P_2$
C. $W_1 < W_2, P_1 < P_2$ D. $W_1 < W_2, P_1 = P_2$



11. 起重机的钢索将重物由地面吊到空中某一高度,其速度—时间图象如图 5-14 甲所示,则钢索拉力的功率随时间变化的图象可能是图 5-14 乙中的 ()

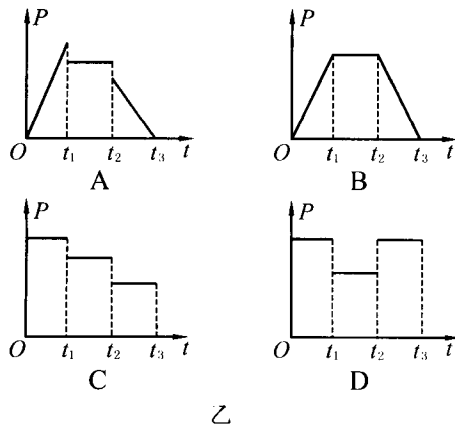
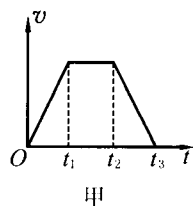


图 5-14

12. 海湾战争中,美军的 B-52 轰炸机从美国本土起飞,经空中加油,长途奔袭 11 200 km 飞抵巴格达上空,在高空发射巡航导弹后又返回原基地,创造了历史上飞行距离最远的战斗飞行记录。B-52 飞机装有八台普惠 Pratt & Whitney TF33-P-3 涡轮风扇发动机,单台推力约 75 000 N,飞机最大飞行速度约 800 km/h。假设同时使用四台发动机时飞机可达最大飞行速度,且在上述过程中飞机始终以最大速度飞行,飞机燃油释放能量的 50% 可被飞机用于飞行,则在此过程中飞机飞行的功率是多少? 飞机共耗多少燃油? (已知燃油的热值为 $4.6 \times 10^7 \text{ J/kg}$)

4. 重力势能

教材解读

知识要点

1. 重力做功的特点

重力对物体所做的功只跟起点和终点的位置有关,

而跟物体运动的路径无关。

2. 重力势能

重力势能的大小由物体受到的重力大小和所在位置的高低共同决定。

重力势能的表达式: $E_p = mgh$ 。

重力势能具有相对性。选取不同的参考平面,物体的重力势能的数值是不同的。参考平面的选取原则上是任意的,通常选择地面作为参考平面,也可以解决问题的简便为原则来选取参考面。而且,在实际问题中,我们更关心的是势能的变化而不是势能本身。

重力势能是地球与物体组成的系统共有的,而不是地球上的物体单独具有的。

3. 重力做功与重力势能变化的关系

重力势能的变化由重力做功来量度,其表达式为: $W_G = E_{p1} - E_{p2}$ 。具体地说,当物体向上运动时,重力做负功(物体克服重力做功),重力势能增加。重力势能增加的数量等于克服重力所做的功;当物体向下运动时,重力做正功,重力势能减少;重力势能减少的数量等于重力做的功。

问题讨论

1. 重力势能是某些物体特有的吗?

势能与相互作用的物体之间的相对位置有关,是系统的状态量,而不是属于其中个别物体的。重力势能属于物体和地球组成的系统。重力是地球与物体相互吸引而引起的,如果没有地球对物体的吸引,就谈不上重力做功和重力势能,物体所在的高度是物体同地球组成的系统内部的相对位置变化结果的表现。平常所说的“物体”的重力势能,只是一种习惯简化的说法。

2. 势能为负值表示什么意义?

重力势能是标量,但由于参考平面(即零势能面)的选取不同,势能有正负之分。若物体在参考平面以上时,重力势能 E_p 为正;若物体在参考平面以下时,重力势能 E_p 为负。

重力势能的正负是相对于参考平面而言的,它不代表方向,只是表明势能的大小。对于同一物体,如有两个状态的重力势能分别为 $E_{p1} = -2 \text{ J}$ 、 $E_{p2} = -5 \text{ J}$,则比较两个势能的大小 $E_{p1} > E_{p2}$ 。

可见,重力势能的正负与力的正负意义不同,与功的正负意义也不同。

例题解析

例 1 电梯的质量为 m (包括乘客),运行过程中所受的摩擦阻力大小始终为 F ,乘客从离地高度 H 的楼层处乘电梯上升 h 高度后,又乘电梯回到了地面。在此过程中,电梯的重力做的功为 _____,电梯克服摩擦阻力做

的功是_____。

分析与解 重力做功有一个显著的特点:做功多少取决于始末位置的高度差,与具体的路径无关。此过程中,电梯在竖直方向向下位移为 H ,所以电梯的重力所做功为 $W_G = mgH$ 。

电梯运行过程中所受的阻力尽管大小不变,但由于电梯运动方向在变,阻力的方向也在变,所以是变力做功。可分别计算上、下两个过程的功,再累加。

在上升过程中,电梯克服阻力做功 $W_1 = Fh$,

在下降过程中,电梯克服阻力做功 $W_2 = F(H+h)$,

所以,在整个过程中电梯克服阻力做功 $W = W_1 + W_2 = F(H+2h)$ 。

回顾与拓展 本例给出两种特殊力做功的计算方法:第一,重力做的功取决于始末位置的高度差,这一结论可推广到其他恒力做功的情形;第二,阻力做的功与经过的路径有关,对于大小恒定的阻力,物体克服阻力所做的功等于阻力与路程的乘积。

例2 如图5-15所示,桌面距地面0.8 m,一物体质量为2 kg,放在距桌面0.4 m的支架上。

(1) 以地面为参考平面,计算物体具有的势能,并计算物体由支架下落到桌面过程中,势能减少多少;

(2) 以桌面为参考平面,计算物体具有的势能,并计算物体由支架下落到桌面过程中势能减少多少;

分析与解 (1) 以地面为参考平面,物体的高度 $h_1 = 1.2$ m,因而物体的重力势能为 $E_{p1} = mgh_1 = 2 \times 9.8 \times 1.2$ J = 23.52 J。

物体落至桌面时重力势能为 $E_{p2} = mgh_2 = 2 \times 9.8 \times 0.8$ J = 15.68 J。

所以物体重力势能的减少量为 $\Delta E_p = E_{p1} - E_{p2} = 23.52 - 15.68$ J = 7.84 J。

(2) 以桌面为参考平面,物体距参考平面的高度 $h_1' = 0.4$ m,因而物体的重力势能为

$$E_{p1}' = mgh_1' = 2 \times 9.8 \times 0.4$$
 J = 7.84 J。

物体落至桌面时,重力势能的减少量为 $\Delta E_p' = 7.84$ J。

回顾与拓展 (1) 由本题可以看出,物体重力势能的大小是相对的,其数值与参考平面的选择有关。而重力势能的变化是绝对的,与参考平面的选择无关。

(2) 在本题物体下落过程中,重力所做的功为 $W_G = mgh = 2 \times 9.8 \times 0.4$ J = 7.84 J。由此可见,重力对物体所做的功的值恰好等于物体重力势能的变化量。

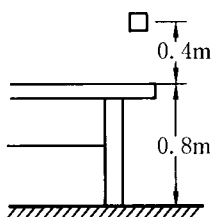


图 5-15

同步练习★

基础训练

- 关于重力做功,下列说法正确的是 ()
A. 重力做负功,可以说物体克服重力做功
B. 重力做正功,物体的重力势能一定减少
C. 重力做负功,物体的重力势能一定增加
D. 重力做正功,物体的动能一定增加
- 沿着高度相同、坡度不同、粗糙程度也不同的斜面上拉同一物体到顶端,下列说法正确的是 ()
A. 沿坡度小、长度大的斜面上升时克服重力做的功多
B. 沿长度大、粗糙程度大的斜面上升时克服重力做的功多
C. 沿坡度大、粗糙程度大的斜面上升时克服重力做的功多
D. 上述几种情况重力做功同样多
- 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,则物体的重力势能是(以地面为参考平面) ()

- A. 100 J B. 700 J
C. -100 J D. 无法确定

- 举重运动中,可将过程分为两个环节:一是举重运动员先发力到支撑起杠铃,二是从支撑到起立,如图5-16所示。

估测该举重运动员从发力到支撑所举起杠铃的高度 h_1 为60 cm,从支撑到起立所举起杠铃的高度 h_2 为50 cm。若杠铃的质量为180 kg,则在整个上举过程中,运动员对杠铃所做的功为_____ J。(g取 10 m/s²)

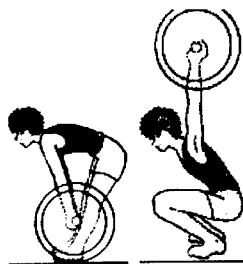


图 5-16

- 质量相等、密度均匀的正方体木块和正方体铁块平放在同一水平桌面上,相对于桌面而言,将两者的重力势能相比较 ()
A. 木块重力势能大
B. 铁块重力势能大
C. 两者重力势能一样大
D. 无法比较
- 自从有田径跳高比赛以来,人类已发明多种跳高姿势,如图5-17。质量为 m 的跳高运动员先后用背越式和跨越式两种跳高方式跳过某一高度,该高度比他起跳时的重心高出 h ,则他在起跳过程中所做的功 ()

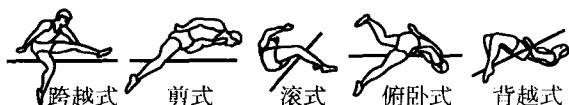


图 5-17

- A. 都必须大于 mgh
 B. 都不一定大于 mgh
 C. 用背越式不一定大于 mgh , 用跨越式必须大于 mgh
 D. 用背越式必须大于 mgh , 用跨越式不一定大于 mgh
7. 如图 5-18 所示, 质量为 m 的物体放在水平地面上, 物体上方连着一个轻弹簧, 弹簧的原长为 l , 劲度系数为 k . 现用手拉弹簧上端的 P 点, 从弹簧处于自然状态(原长)开始缓慢向上移动, 直到物体离开地面一段距离. 在此过程中 P 点移动的位移是 H , 那么物体的重力势能增加量是 ()

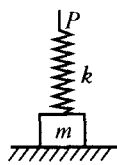


图 5-18

- A. $mg\left(H + \frac{mg}{k}\right)$ B. mgH
 C. $mg\left(H - \frac{mg}{k}\right)$ D. 条件不足, 不能确定
8. 一台效率为 η 的抽水机, 输入功率为 P , 用这台抽水机抽水. 假定水的流速不变, 水的密度为 ρ , 每秒能把 _____ m^3 的水抽到 h 高处.

发展训练

9. 试分析图 5-19 甲、乙两种情况中物体的重心变化情况:

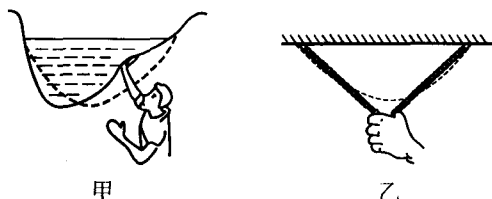


图 5-19

- 一个盛水袋, 某人从侧面推装液体的袋壁使它变形, 袋和液体的重心 (). 一根自由悬挂着的链条, 有人将它的中点下拉, 使它成两条直线形状, 链条的重心 ()
- A. 逐渐升高 B. 逐渐降低
 C. 先降低再升高 D. 始终不变
 E. 先升高再降低
10. 盘在光滑水平面上的一不均匀的链条 AB 重 30 N , 长 1 m , 从 A 端缓缓提起至 B 端恰好离开地面时需做功 10 J . 若从 B 端缓缓提起至 A 端恰好离开地面时需做功为 _____ J . (g 取 10 m/s^2)
11. 如图 5-20 所示, 一质量为 m 、边长为 a 的正方体与地面之间的动摩擦因数 $\mu=0.1$. 为使它水平移动距离 l , 可以采用将它翻倒或向前匀速平推两种方

法. 则 ()

- A. 将它翻倒比平推前进做的功少
 B. 将它翻倒比平推前进做的功多
 C. 两种情况做功一样多
 D. 两种情况做功多少无法比较

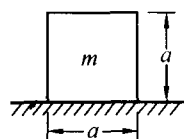


图 5-20

12. 如图 5-21 所示, 两个底面积都是 S 的圆桶, 放在同一水平面上. 桶内装水, 水的密度为 ρ , 两桶间有一细管连通, 细管上装有阀门. 阀门关闭时, 两只桶内水面高度差为 h . 现把阀门打开, 最后两桶水面高度相等, 则在此过程中, 重力做的功为 _____.

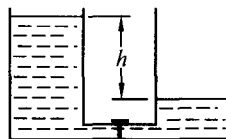


图 5-21

5. 探究弹性势能的表达式

教材解读

知识要点

1. 弹性势能

发生弹性形变的物体的各部分之间, 由于有弹力的相互作用而具有势能, 这种势能叫做弹性势能.

2. 弹力做功与弹性势能变化的关系

弹力做正功, 弹性势能减少; 弹力做负功(物体克服弹力做功), 弹性势能增加. 弹性势能的变化量等于弹力所做的功.

问题讨论

1. 如何计算拉伸弹簧时拉力所做的功?

设弹簧的长度为原长时弹性势能为 0, 弹簧被拉长或压缩后就具有了弹性势能. 根据功能关系, 弹簧被拉长时具有的弹性势能应该与拉力所做的功相等.

在拉伸弹簧的过程中, 拉力是随弹簧的形变量而变化的, 是一个变力. 因此, 拉力所做的功不能直接用公式 $W = Fl \cos \alpha$ 计算. 那么, 如何求出拉力的功呢? 与研究匀变速直线运动的位移方法类似, 可以将弹簧的形变过程分成很多小段, 每一小段中拉力可视为不变. 这样, 每一小段的功分别为 $W_1 = F_1 \Delta l_1$, $W_2 = F_2 \Delta l_2$, $W_3 = F_3 \Delta l_3$, 于是, 拉力在整个过程中所做的功为 $W = W_1 + W_2 + W_3 + \dots = F_1 \Delta l_1 + F_2 \Delta l_2 + F_3 \Delta l_3 + \dots$.

要直接计算上述各小段功的求和式是较困难的. 与匀变速直线运动中利用 $v-t$ 图象求位移 x 相似, 我们可以作出 $F-l$ 图象, 如图 5-22 所示. 每段拉力的功就

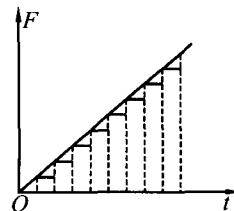


图 5-22



可用图中细窄的矩形面积表示,对这些矩形面积求和,就得到了由 F 和 l 围成的三角形的面积,这块三角形面积就表示拉力在整个过程中所做的功。

2. 弹性势能是否也具有相对性?

这一问题可与重力势能参考平面的选取相比较。如果规定了弹簧某一任意长度时的势能为 0,在弹簧从 0 势能长度拉至某一长度的过程中,拉力所做的功就等于弹簧处于该长度时的弹性势能。显然,这与规定自然长度为 0 势能时,将弹簧从 0 势能长度拉至该长度所做的功是不同的。所以,弹簧在某一长度时的弹性势能是与 0 势能长度的规定有关,弹性势能也具有相对性。

3 例题解析

例 1 关于弹性势能,下列说法正确的是 ()

- A. 任何发生弹性形变的物体,都具有弹性势能
- B. 任何具有弹性势能的物体,一定发生了弹性形变
- C. 物体只要发生形变,就一定具有弹性势能
- D. 弹簧的弹性势能只跟弹簧被拉伸或压缩的长度有关

分析与解 根据弹性势能的定义可知,发生弹性形变的任何物体都具有弹性势能,具有弹性势能的任何物体一定发生了弹性形变。但物体的形变有的是非弹性的,发生形变时不会产生恢复原形的弹力,这样的形变物体就不具有弹性势能。弹簧的弹性势能除了跟弹簧被拉伸或压缩的长度有关外,还跟弹簧劲度系数的大小有关。

本题正确答案为 A、B。

回顾与拓展 发生形变的物体不一定具有弹性势能,只有发生弹性形变的物体才具有弹性势能。

例 2 在本节教科书安排的探究活动中,多次采用了类比的研究方法,试举例说明。

分析与解 本节教科书的探究活动中,采用类比研究方法的地方主要有:

(1) 研究弹性势能的出发点,将重力势能与弹性势能类比。讨论重力势能从分析重力做功入手,讨论弹性势能则从分析弹力做功入手。

(2) 弹性势能表达式中相关物理量的猜测,将重力势能与弹性势能、重力与弹力类比。重力势能与物体被举起的高度有关,所以弹性势能很可能与弹簧被拉伸的长度有关。弹力与重力的变化规律不一样,弹性势能与重力势能的表达式很可能也不一样。

(3) 计算拉力所做的功,与计算匀变速直线运动的位移类比。计算匀变速直线运动的位移时,将位移分成很多小段,每一小段的速度可近似认为相等,物体在整个过程中的位移等于各小段位移之和。计算拉力所做的功,则将弹簧的形变过程分成很多小段,每一小段的拉力可近似认为是不变的,拉力在整个过程中的功等于各小

段功之和。

(4) 计算各小段功的求和式,将由 $v-t$ 图象求位移与由 $F-l$ 图象求功类比。 $v-t$ 图象下的相关面积表示位移, $F-l$ 图象下的相关面积则表示功。

回顾与拓展 类比是一种常用的重要科学研究方法,它可以起到触类旁通、启发思维的作用。

同步练习

基础训练

1. 弹簧的一端固定,处于自然长度。现对弹簧的另一端施加一个拉力,关于拉力做功(或弹簧克服拉力做功)与弹性势能变化的关系,下列说法正确的是 ()
 - A. 拉力对弹簧做正功,弹簧的弹性势能增加
 - B. 拉力对弹簧做正功,弹簧的弹性势能减少
 - C. 弹簧克服拉力做功,弹簧的弹性势能增加
 - D. 弹簧克服拉力做功,弹簧的弹性势能减少
2. 如图 5-23 所示表示撑杆跳高运动的三个阶段:助跑、撑杆起跳、越横杆,其中发生了弹性势能与重力势能转化的阶段是 ()



图 5-23

- A. 只有助跑阶段
 - B. 只有撑杆起跳阶段
 - C. 只有越横杆阶段
 - D. 撑杆起跳阶段与越横杆阶段
3. 如图 5-24,一物体以初速度 v_0 冲向与竖直墙壁相连的轻质弹簧,墙壁与物体间的弹簧被物体压缩。在此过程中,下列说法正确的是 ()
 - A. 物体对弹簧所做的功与弹簧的压缩量成正比
 - B. 物体向墙壁运动相同的两段位移过程中,弹力做的功相等
 - C. 弹力做正功,弹簧的弹性势能减小
 - D. 弹力做负功,弹簧的弹性势能增加
 4. 如图 5-25 甲所示是机械钟内的发条,被卷紧的发条能带动齿轮和指针转动。在钟表指针走动过程中,发条的弹力对外做_____功,弹性势能_____。如图乙所示是一扇弹簧门,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

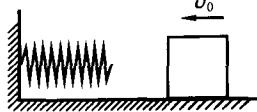


图 5-24



时, 弹簧的弹力对外做 _____ 功, 弹性势能 _____。

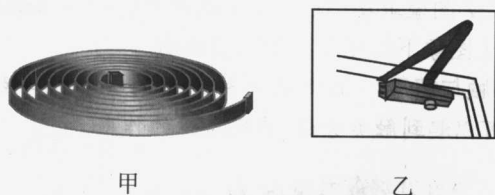


图 5-25

5. 如图 5-26 所示, 在水平面上竖直放置一轻质弹簧, 有一物体从它的正上方自由落下。在物体压缩弹簧到速度减为 0 时 ()
- 物体的重力势能最大
 - 物体的动能最大
 - 弹簧的弹性势能最大
 - 弹簧的弹性势能最小
6. 如图 5-27 所示, 一竖直弹簧下端固定于水平地面上, 小球从弹簧的正上方高为 h 的地方自由下落到弹簧上端。经几次反弹后, 小球最终在弹簧上静止于某一点 A 处, 则 ()
- h 越大, 弹簧在 A 点的压缩量越大
 - 弹簧在 A 点的压缩量与 h 无关
 - h 越大, 最终小球静止在 A 点时弹簧的弹性势能越大
 - 小球第一次到达 A 点时弹簧的弹性势能比最终小球静止在 A 点时弹簧的弹性势能大



图 5-26

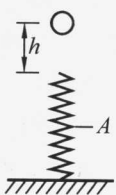


图 5-27

发展训练

7. 如图 5-28 所示, 劲度系数为 k_1 的轻质弹簧两端分别与质量为 m_1 、 m_2 的物块 A、B 拴接, 劲度系数为 k_2 的轻质弹簧上端与物块 B 拴接, 下端压在桌面上 (不拴接), 整个系统处于平衡状态。现施力将物块 A 缓慢地竖直上提, 直到下面那个弹簧的下端刚脱离桌面。在此过程中, 物块 B 的重力势能增加了 _____, 物块 A 的重力势能增加了 _____。
8. 某同学想研究弹簧的弹性势能 E_p 和弹簧形变量 x 间的函数关系。设想用水平力缓慢地将弹簧从原长拉伸 x , 该过程拉力做的功 W 等于弹性势能的增加即 E_p 。根据本实验所得, 弹力 F 和弹簧伸长 x 的关系为 $F=kx$, 拉力的平均值为 $\frac{1}{2}kx$, 所以 $W=\frac{1}{2}kx^2$ 。他猜想弹性势能的表达式应该就是 $E_p=\frac{1}{2}kx^2$ 。他找到一根弹簧、一块长木板、一个重 $G=5.0\text{ N}$ 的长方体形金

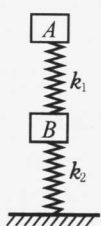


图 5-28

属块, 设计了一个实验, 利用一把毫米刻度尺来验证这个结论。步骤是:

- (1) 将金属块悬挂在该弹簧下方, 静止时测得弹簧的伸长量为 1.00 cm , 由此得出该弹簧受单位作用力的伸长, 即 $F=kx$ 式中的比例系数 k 为 _____ N/m ;
- (2) 将金属块放在长木板上, 调节长木板的倾角, 当金属块刚好能匀速下滑时, 测出斜面的高为 10.00 cm , 底边长为 40.00 cm , 由此测得金属块和长木板间的动摩擦因数 $\mu=$ _____;
- (3) 如图 5-29 所示, 将弹簧一端固定在竖直墙上, 另一端与金属块接触, 用手向左压金属块使弹簧压缩一定长度后由静止释放, 滑块脱离弹簧后, 又沿长木板滑行一段距离而停下。测出每次弹簧的压缩量

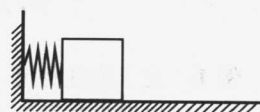


图 5-29

x 和金属块在长木板上滑行的距离 l , 将对应的数据填写在了下面的表格中。

$x/10^{-2}\text{ m}$	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00
$l/10^{-2}\text{ m}$	4.50	8.10	12.45	18.00	24.46	32.05

请你根据他的思路完成该实验, 并验证结果是否符合猜想 $E_p=\frac{1}{2}kx^2$ 。

6. 探究功和物体速度变化的关系



1. 实验目的

探究力对物体做的功与物体速度变化之间的关系。

2. 实验设计思路

实验中, 用橡皮筋的弹力拉动小车做功使小车获得动能, 再通过作图来探究两者之间的关系。探究中通过测量数据进行估计, 或作 $W-v$ 草图, 大致判断两个量之间可能是什么关系。猜测认为可能是 $W \propto v^2$, 再以功 W 为纵坐标, 以 v^2 为横坐标作图, 找出功和速度的对应关系。



3. 数据收集与处理

(1) 实验中小车的速度由打点计时器在纸带上所打出的点测出。选择相邻距离基本相同的若干个点作为小车的匀速运动阶段,用这些点计算小车匀速运动阶段的速度。

(2) 橡皮筋的弹力是变力,所做的功是变力功,但是在相同的位移情况下,改变橡皮筋的条数,则弹力功的大小与橡皮筋的条数成正比。即用一条橡皮筋做的功为 W ,用两条橡皮筋做的功就是 $2W$,依此类推。

4. 减小误差的实验措施

本实验中,小车在木板上运动时会受到阻力,可以采用斜面法避免阻力引起的实验误差。把木板的一端用垫块垫高,使之成为一个小倾角的斜面,利用小车所受重力沿斜面方向的分力与小车所受摩擦力平衡。平衡摩擦力时,要轻推一下小车,观察小车是否做匀速运动。

例题解析

例 在“探究功和物体速度变化的关系”实验中,某实验小组使用电火花计时器测定速度,所用小车质量为 300 g ,使用一根至六根橡皮筋,每次增加一根。小车受力的位移即橡皮筋被拉伸的长度为 19 cm 。设用一条橡皮筋做的功为“ 1.00 ”,实验得到的数据如下表所示:

橡皮筋数目	0	1	2	3	4	5	6
$v/(\text{m} \cdot \text{s}^{-1})$	0.00	0.80	1.10	1.28	1.53	1.76	1.89
W/J	0.00	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00

写出你确定 W 与 v 之间相互关系的理由或探究过程,并阐述功和物体速度变化的关系。

分析与解

根据实验数据探究物理规律,可有观察法、计算法、图象法等,本题运用的是图象法分析。为此,先作出 $W-v$ 图线,如图 5-30 所示。

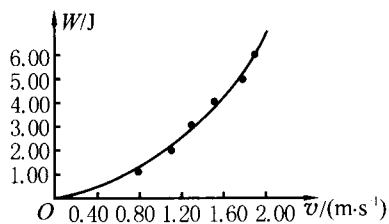


图 5-30

从该图线上我们无法得出 $W-v$ 的关系,但从该图线的大致走向我们不难推断, W 与 v 的关系为非线性关系,再考虑 W 与 $\sqrt{v}$ 的相关曲线,此曲线的弯曲方向应相反。于是,我们很容易作出猜想:该图线似乎接近于 W 与 v 的二次函数的图象,即 $W \propto v^2$ 。

值得指出的是,上述判断只是一种猜想,因为即使图线确是一条抛物线,也不能以肉眼观察的手段来确证。为了验证上述猜想是否正确,我们可以通过转换变量的方法,试将曲线转化为线性图线,即作 $W-v^2$ 图线。为此,求得如下表格数据:

橡皮筋数目	0	1	2	3	4	5	6
$v/(\text{m} \cdot \text{s}^{-1})$	0.00	0.80	1.10	1.28	1.53	1.76	1.89
$v^2/(\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2})$	0.00	0.64	1.21	1.64	2.34	3.10	3.57
W/J	0.00	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00

依据上表中的 v^2 、 W 数

据可作出如图 5-31 所示的图象。

从图中可得,从静止开始运动的物体,其获得的速度的平方与外力做的功 W 成正比,即 $W \propto v^2$ 。

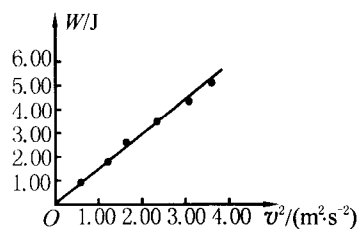


图 5-31

回顾与拓展

用表格记录实验数据是物理实验中的基本手段,利用测量的实验数据可以定量分析各物理量的变化规律及其相互间的关系。如何分析表格中的数据?一般采用作图线的方法。要注意的是:只能对线性图线作出定量判断,要确认某种图线是二次函数关系或反比例函数关系,必须进行变量转换,使之成为线性图线。

同步练习

基础训练

- 在“探究功和物体速度变化的关系”的实验中,一实验小组在某次实验中得到了如图 5-32 所示的一条纸带。为了尽可能准确地计算出小车被橡皮筋弹出时的速度,应选取纸带上 ()

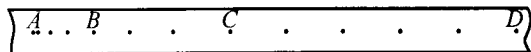


图 5-32

- AB 段
 - AD 段
 - BC 段
 - CD 段
- 在“探究功和物体速度变化的关系”的实验中,先后选用一根、两根、……、六根相同的橡皮筋作用于小车使之由静止弹出。对这先后的六次实验,下列判断正确的是 ()
 - 橡皮筋对小车做的功与橡皮筋拉伸的长度成正比
 - 每次实验中橡皮筋拉伸的长度都应保持一致
 - 每次实验中橡皮筋拉伸的长度应按 $1:2:3:4:5:6$ 逐渐增加
 - 每次实验中橡皮筋拉伸的长度应按 $6:5:4:3:2:1$ 逐渐减小
 - 某实验小组在做“探究功和物体速度变化的关系”的实验中,选定了一质量约为 200 g 的小车,依次选用一根、两根、……、六根相同的橡皮筋作用于小车使之由静止弹出。实验时,每次实验中橡皮筋拉伸的长度都



保持一致。再通过打点计时器测出小车各次实验获得的速度,得到若干组功和速度的数据。两位同学对同样的数据进行了不同的处理:甲同学作出 $v-W$ 图象如图 5-33 甲所示,看出图象近似开口向上的抛物线,因此判定 v^2 与 W 成正比;乙同学做出了 v^2-W 图象如图 5-33 乙所示,看出图象是过原点的直线,因此判定 v^2 与 W 成正比。下列关于他们做法的判断中,正确的是 ()

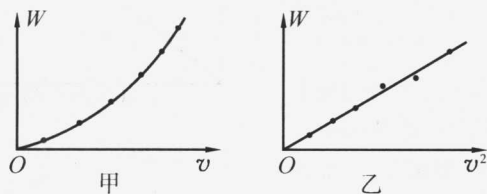


图 5-33

- A. 甲的判断正确,乙的判断错误
B. 甲的判断错误,乙的判断正确
C. 甲、乙的判断都正确
D. 甲、乙的判断都错误
4. 我们在研究外力做功与物体动能的变化关系时,用了如图 5-34 所示的实验装置。实验时,小车在运动过程中会受到阻力,可采取什么措施以抵消阻力对实验结果的影响? 实验时应如何操作?

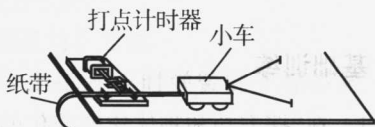


图 5-34

发展训练

5. 有两个同学分别按课本的步骤做“探究功和物体速度变化的关系”的实验时,各自得到的图象如图 5-35 甲和乙所示。出现此种现象的可能原因为:甲是_____,乙是_____。

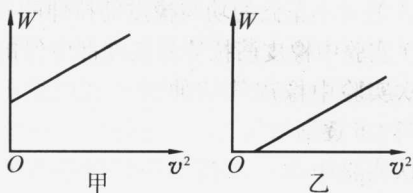


图 5-35

6. 我们可以利用如图 5-36 所示实验装置,来更精确地研究外力做功与物体动能的变化关系。请回答:
- (1) 要寻找外力的功 W 与物体动能变化 ΔE_k 之间的

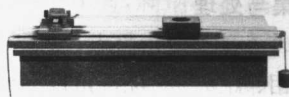


图 5-36

关系,需要直接测量哪些物理量?

- (2) 怎样使钩码受到的重力近似等于细绳的拉力?

7. 动能和动能定理

教材解读

知识要点

1. 动能

物体由于运动而具有的能叫做动能。物体的动能等于物体质量与物体速度的二次方的乘积的一半,即 $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ 。

动能具有相对性,参考系不同,速度就不同,所以动能也不等。一般都以地面为参考系描述物体的动能。

2. 动能定理

内容:合外力对物体所做功等于物体动能的变化。

数学表达式: $W = E_{k2} - E_{k1}$, 或 $W_{\text{合}} = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$ 。

问题讨论

1. 运用动能定理解题有哪些步骤?

应用动能定理解题的大致步骤有:

- (1) 选取研究对象,确定研究过程;
- (2) 分析对象受力,明确做功情况;
- (3) 根据初、末状态,确定初、末动能;
- (4) 应用动能定理,列出方程求解。

2. 动能定理与牛顿运动定律的关系如何?

动能定理与牛顿运动定律都是反映力和运动关系的,牛顿运动定律反映的是力对运动产生的瞬时作用效果,而动能定理则是从功能关系角度反映力在空间上的累积效果。

动能定理是从牛顿第二定律 $F=ma$ 应用在受恒力作用、物体做直线运动的特殊条件下得到的,但是,动能定理也适用于曲线运动,也适用于变力做功。当题给条件涉及