

新课标 新教材



导学导练

物理

必修 ②

(配人教版)

丛书主编 金鹰



安徽大学出版社

新课标 新教材

导学导练

物 理

必修 2 (配人教版)

本册主编	董书平	熊荣领		
编写人员	徐昌存	葛学松	梁	杰
	李顺发	王自有	高	畅
	尹利新			

安徽大学出版社

新课标 新教材 导学导练

物理必修 2(配人教版)

丛书主编 金鹰

出版发行 安徽大学出版社(合肥市肥西路3号 邮编 230039)

联系电话 编辑室 0551-5108438

发行部 0551-5107781

电子信箱 abdxchps@mail.hf.ah.cn

责任编辑 鲍家全 王先斌

封面设计 孟献辉

印 刷 合肥现代印务有限公司

开 本 787×1092 1/16

总 印 张 52

总 字 数 1300 千

版 次 2007 年 1 月第 1 版

印 次 2007 年 1 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 7-81110-236-6

总 定 价 71.00 元(共 5 册)

如有影响阅读的印装质量问题,请与出版社发行部联系调换

前 言

春生夏长,秋收冬藏。我们的努力,赢得了广大读者热情的赞扬。愿《新课标 新教材 导学导练》成为你腾飞的翅膀!

“如切如磋,如琢如磨。”这套丛书是我们研讨、交流、推敲、合作的结晶。我们的作者队伍中,有课程与教学研究专家,有重点中学教学经验丰富、成绩突出的骨干教师。长期的课程改革研讨和教学经验交流,使我们形成一支思维开放、锐意进取、团结合作的编写队伍。

“鸳鸯绣出从教看,莫把金针度与人。”尽管我们付出了巨大的劳动,但是我们还不敢自诩我们的作品便是“度人金针”。我们只是本着“春蚕吐丝”的精神,将我们研究和教学的心得,拿出来与朋友们分享。在科学面前,按新课标的要求,我们永远是探索者,只是我们永远不会停下探索的脚步。我们愿意与广大朋友们共享探索、进取的喜悦。

朋友们,你们是学习的主体。在学习中,培养创新精神和实践能力,提高综合素质,主动地、生动活泼地学习,促进全面发展,这就是新课标的要求和方向。

《导学导练》突出新课标的要求与方向:在栏目的安排、材料的选择、例题的配置、习题的设计等方面努力体现这一要求和方向。

《导学导练》保持与既有教学方式的衔接:不忽视基本知识的介绍;突出知识的内在联系和重难点的讲解;注重课后练习和单元检测。

《导学导练》最大程度地方便广大师生使用。每一种都是分两次印装:“导学导练”部分,包括知识网点、重难点、能力导航、知识拓展、典型例题、课时练习或周练等,以16开印装;“单元检测”部分,包括单元卷和综合卷,以8开印装,活页形式。

“路漫漫其修远兮,吾将上下而求索。”朋友们,让我们努力探索,相互交流,携手共进,迎接美好的明天。

金鹰

2007年1月



➔ 第五章	机械能及其守恒定律	1
1.	追寻守恒量	1
2.	功	6
3.	功率	11
4.	重力势能	16
5.	探究弹性势能的表达式	21
6.	探究功与速度变化的关系	25
7.	动能和动能定理	29
8.	机械能守恒定律	36
9.	验证机械能守恒定律	42
10.	能量守恒定律与能源	48
➔ 第六章	曲线运动	53
1.	曲线运动	53
2.	运动的合成与分解	57
3.	探究平抛运动的规律	63
4.	平抛运动的规律	68
5.	圆周运动	74
6.	向心加速度	79
7.	向心力	83
8.	生活中的圆周运动	89
➔ 第七章	万有引力与航天	95
1.	行星的运动	95
2.	太阳与行星间的引力	99
3.	万有引力定律	102
4.	万有引力理论的成就	107
5.	宇宙航行	112
6.	经典力学的局限性	119



第五章 机械能及其守恒定律

1. 追寻守恒量



知识网点

1. 通过伽利略理想实验的分析建立能量的概念.
2. 对能量及守恒思想的初步认识及理解.
3. 什么是势能和动能,势能和动能之间的相互转化及转化过程中的守恒.



重/难/点/解/析/

1. 对伽利略斜面理想实验的再认识

在牛顿之前,伽利略的斜面理想实验已经显现了能量及其守恒的思想.关于这一理想实验,我们在第四章第一节学习牛顿第一定律时已经有所了解,这一理想实验对牛顿第一定律的建立起到了极其重要的作用.现在,让我们从一个新的角度再来讨论一下这个理想实验.

如图 5-1-1 所示,当小球沿斜面 A 从 h 高处由静止开始滚下时,小球的高度不断减小,而速度不断增大,这说明小球凭借其位置而具有的某个量不断减少,而由于运动而具有的某个量不断增大.当小球从斜面底沿另一个斜面 B 向上滚时,小球的位置不断升高,而速度不断减小,说明小球凭借位置而具有的某个量不断增加,由于运动而具有的某个量逐渐减少.如果斜面是光滑的,空气阻力也可忽略,当小球到达斜面 B 的 h 高度时,速度为 0. 小球好像“记得”自己起始的高度.这说明某种“东西”在小球运动过程中是不变的.



图 5-1-1

2. 如何理解能量概念

正如教材所指出的,“记得”并不是物理学的语言.在摩擦力和空气阻力小到可以忽略的条件下,小球能准确地终止于同它开始点相同的高度,不会高一点,也不会低一点.在物理学中,我们把这一事实说成是“有某一量是守恒的”,并且把这个量叫做能量或能.能量的概念是在人类追寻“运动中的守恒量是什么”的过程中发展起来的.

能是描述物质(或系统)运动状态的一个物理量,是物质运动的一种量度.任何物质都离不开运动,在自然界中物质的运动是多种多样的,相对于各种不同的运动形式,就有各种不同形式的能量.自然界中主要有机械能、热能、光能、电磁能和原子能等.各种不同形式的能可以相互转化,而在转化过程中,能的总量是不变的,这是能的最基本的性质.



3. 引入能量概念的重要性

伽利略的斜面理想实验,使我们认识到引入能量概念的重要性.

在物理学的发展过程中,能量的概念几乎是与人类对能量守恒的认识同步发展起来的.能量守恒定律的发现告诉我们,尽管物质世界千变万化,但这种变化不是没有规律的,基本的规律就是守恒定律.也就是说:一切运动变化无论属于什么运动形式,反映什么样的物质特性,都要满足一定的守恒定律.能量的概念之所以重要,就是因为它是个守恒量.守恒关系是自然界中十分重要的一类关系.



典型例题

[例1] 试以伽利略斜面理想实验为例,说明不同形式的机械能之间可以相互转化,且转化过程中能的总量保持不变.

[解析] 在伽利略的斜面理想实验中,当小球从斜面滚下时,小球的高度在降低,而速度却在增大,小球的势能转化为动能;当小球滚上另一斜面时,小球的高度在增加,而速度却在减小,小球的动能又转化为势能.小球能达到与起始点相同的高度,说明在转化过程中,能的总量保持不变.

[点评] 伽利略斜面理想实验说明,不同形式的机械能之间可以相互转化,转化过程中能的总量保持不变.

[例2] 试说明下列物体的机械能转化情况,转化过程中机械能的总量是否保持不变?

- (1)将石子竖直上抛,石子上升到最高点后又落回原处;
- (2)小球落到竖直放置的弹簧上,并将弹簧压缩.

[解析] (1)石子上升阶段,高度增加,速度减小,石子的动能向势能转化;石子下落阶段,高度降低,速度增大,石子的势能向动能转化.若不考虑空气阻力,石子在空中运动的全过程中机械能的总量保持不变.

(2)小球下落过程中,在接触弹簧前,高度降低,速度增大,小球的势能向动能转化;在接触弹簧到弹簧弹力与小球重力相等的过程中,高度降低,速度继续增大,弹簧被压缩,小球的势能向动能和弹簧的势能转化;在小球继续下落的过程中,小球高度降低,速度减小,弹簧进一步被压缩,小球的势能和动能向弹簧的势能转化.若不考虑空气阻力,小球与弹簧的机械能总量保持不变.

[点评] 分析物体运动状态,把握其位置与速度的变化情况,这是分析不同形式的机械能之间转化情况的基础.

[例3] 请列举一个例子,分析不同形式机械能间的转化情况,并说明转化过程中能量守恒.

[解析] 如图5-1-2所示,一根细长的弹簧一端固定,一端系着一个小球,放在光滑的桌面上,小球静止于O点.手握小球把弹簧拉长,使小球位于A点,放手后小球便在A、B间来回运动.在小球由A到O的过程中,小球的速度增大,弹簧逐渐恢复原长,弹簧的势能转化为小球的动能;在小球由O到B的过程中,小球的速度减小,弹簧不断被压缩,小球的动能转化为弹簧的势能;在小球由B到O的过程中,小球的速度增

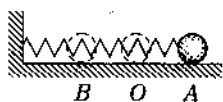


图5-1-2



大,弹簧又逐渐恢复原长,弹簧的势能又转化为小球的动能;在小球由O到A的过程中,小球的速度减小,弹簧不断被拉伸,小球的动能又转化为弹簧的势能.在小球以后的运动中,能量转化情况将重复上述过程.由于空气阻力和摩擦力小到可以忽略,小球总是能回到起始位置,说明小球在运动过程中小球与弹簧的总能量守恒.

[点评] 在日常生活中,不同形式机械能间的转化现象是经常发生的.只要关注生活、注意观察,不难找到这方面的实例.

[例4] 如图5-1-3所示,将一个带轴的轮子用两根细线悬挂起来,使轮轴处于水平状态,做成一个“滚摆”.旋转滚摆,让细线绕在轮轴上,然后由静止开始释放滚摆.滚摆就会边旋转边下落,绕在轮轴上的细线也随之不断退出;到达最低点后,滚摆又会边旋转边上升,细线又随之逐渐绕在轮轴上.试分析滚摆运动过程中的能量转化情况.在阻力小到可以忽略的情况下,你猜想滚摆每次都能回升到起始点的高度吗?请说明你猜想的依据.

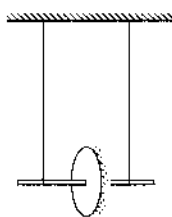


图 5-1-3

[解析] 在滚摆向下运动的过程中,滚摆的高度不断降低,下落速度和旋转速度不断增大,滚摆的势能转化为动能;在滚摆向上运动的过程中,滚摆的高度不断增加,上升速度和旋转速度不断的减小,滚摆的动能又转化为势能.依据能量守恒规律,在阻力小到可以忽略的情况下,滚摆机械能的总量保持不变,滚摆每次都应该能回升到起始点的高度.

[点评] 对物理现象做出合理猜想,这是科学探究的重要一环.感兴趣的同学不妨自制一个滚摆,然后对上述猜想进行实验验证.

[例5] 行驶中的汽车制动后滑行一段距离,最后停下来;流星在夜空中坠落,并发出明亮的光焰;降落伞在空中匀速下降.上述不同现象中所包含的相同物理过程是 ()

- A. 物体的动能转化为其他形式的能量
- B. 物体的势能转化为其他形式的能量
- C. 物体的机械能转化为其他形式的能量
- D. 其他形式的能转化为物体的机械能

[解析] 汽车制动后受到摩擦阻力的作用,动能转化为内能;流星在空中坠落时受到空气阻力作用,动能和势能转化为内能和光能;降落伞在空中匀速下降,受到空气阻力作用,势能转化为内能.正确选项为C.

[点评] 能量转化有不同的过程与形式,而在转化过程中,能的总量总是保持不变的,即能量是守恒的.



实践与探究

1. 在自然界经历的多种多样的变化中,能的总量保持不变.我们把_____而具有的能量叫做势能,把_____而具有的能量叫做动能.

2. 指出下列物体分别具有什么形式的机械能:

- ① 飞奔的骏马 ② 停在空中的直升飞机的机身 ③ 被压缩的弹簧 ④ 运行中的人造卫星

3. 伽利略斜面理想实验使人们认识到引入能量概念的重要性.在此理想实验中,能说明能量在小球运动过程中不变的理由是 ()



- A. 小球滚下斜面时,高度降低,速度增大
 - B. 小球滚上斜面时,高度增加,速度减小
 - C. 小球总能准确地到达与起始点相同的高度
 - D. 小球能在两斜面之间永不停止地来回滚动
4. 试举出日常生活中的一个例子,说明引入能量概念的理由.

5. 将小球用细线拴住悬挂起来,做成一个“单摆”. 让此单摆的摆球偏离平衡位置,使摆线与竖直方向成一定的角度,从静止开始释放小球,小球就在同一竖直平面内来回摆动,如图 5-1-4 所示. 试说明单摆运动的机械能转化情况. 转化过程中机械能的总量是否保持不变?

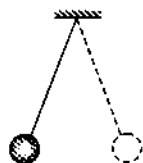


图 5-1-4

6. 请列举一例,分析不同形式机械能之间的转化情况,并说明转化过程中能量守恒.



7. 对于斜面实验,若小球与斜面间的摩擦力及空气阻力不能忽略,小球将不能达到起始点相同的高度,而是在两个斜面间来回滚动,所能达到的高度越来越低,最终停在最低处.这种情况还能说明能量在小球运动过程中是不变的吗?

8. 进图书馆或上网查阅资料,更多地了解科学家追寻守恒量并发现能量转化和守恒定律的研究进程.



相关知识信息

追寻守恒量的历史足迹

长期以来,人们为追寻守恒量做出了不懈的努力.早在力学初步形成时就已有了能量守恒思想的萌芽.例如,伽利略研究斜面问题和摆的运动、斯梯芬研究杠杆原理、惠更斯研究完全弹性碰撞等都涉及能量守恒问题.17世纪法国哲学家笛卡尔已经明确提出了运动不灭的思想.以后德国哲学家莱布尼茨引进活力的概念,首先提出活力守恒原理.他认为用 mv^2 度量的活力在力学过程中是守恒的,宇宙中的“活力”是守恒的.D·伯努利的流体运动方程实际上就是流体运动中的机械能守恒定律.永动机不可能实现的历史教训,从反面提供了能量守恒的例证,成为导致建立能量守恒原理的重要线索.至19世纪20年代,力学的理论著作强调“功”的概念,提供了一种机械“能”的量度,这为能量转换建立了定量基础.1835年哈密顿发表了《论动力学的普遍方法》一文,提出了哈密顿原理.至此,能量守恒定律及其应用已经成为力学中的基本内容.

另外,在化学、生物学、热学、电磁学等方面,科学家们也做了大量的研究工作,德国的迈尔、赫姆霍兹和英国的焦耳都对能量转化与守恒定律做出过明确的叙述.能量转化与守恒定律是自然界基本规律之一.恩格斯对这一规律的发现给予了崇高的评价,把它和达尔文进化论及细胞学说并列为三大自然发现.能量转化与守恒定律这个全面的名称就是恩格斯首先提出来的.



2. 功



知识网

1. 理解功的概念,知道力和物体在力的方向上发生位移是做功不可缺少的两个因素.
2. 知道功是标量,无方向,但有正功和负功之分.
3. 知道并利用功的公式进行计算.



重/难/点/解/析

1. 功及其公式

(1)如果一个物体受到力的作用,并且在力的方向上发生了位移,物理学中就说这个力对物体做了功.

(2)在物理学中,力和物体在力的方向上发生的位移,是做功的两个不可缺少的因素.

(3)功是描述力在空间位移上累积作用的物理量.功是能量转化的量度,功是标量.

$$(4) W = Fl \cos \alpha$$

力对物体所做的功,等于力的大小、位移的大小、力和位移的夹角的余弦三者的乘积.

在国际单位制中,功的单位是焦耳(J) $1\text{J} = 1\text{N} \cdot \text{m}$

2. 正功、负功

(1)当 $0^\circ \leq \alpha < 90^\circ$ 时, $\cos \alpha$ 为正值, W 为正值,称力对物体做正功,或称力对物体做功.

(2)当 $\alpha = 90^\circ$ 时, $\cos \alpha = 0$, $W = 0$,力对物体做零功,即力对物体不做功.

(3)当 $90^\circ < \alpha \leq 180^\circ$ 时, $\cos \alpha$ 为负值, W 为负值,称力对物体做负功,或说物体克服这个力做功.

(4)正功的意义是:力对物体做功向物体提供能量,即受力物体获得了能量.

(5)负功的意义是:物体克服外力做功,向外输出能量(以消耗自身的能量为代价),即负功表示物体失去了能量.

3. 一对作用力和反作用力做功的特点

(1)一对作用力和反作用力在同一段时间内做的总功可能为正、可能为负、也可能为零.

(2)一对互为作用力和反作用力的摩擦力做的总功可能为零(静摩擦力)、可能为负(滑动摩擦力),但不可能为正.



典型例题

[例 1] 如图 5-2-1 所示,质量为 m 的物体沿倾角为 α 的粗糙斜面上下滑了一段距离 L ,物体与斜面间的动摩擦因数为 μ ,试求物体所受各力在下滑过程中对物体所做的功及



这些力所做的总功。

[解析] 物体下滑过程中受重力 G 、弹力 F_1 、滑动摩擦力 F_2 作用，如图 5-2-2 所示。

$$\text{重力做功 } W = GL \cos(90^\circ - \alpha) = mgL \sin \alpha$$

$$\text{弹力做功 } W_1 = F_1 L \cos 90^\circ = 0$$

$$\text{摩擦力做功为 } W_2 = F_2 L \cos 180^\circ = -\mu mg L \cos \alpha$$

外力对物体所做的总功为

$$W_{\text{总}} = W + W_1 + W_2 = mgL \sin \alpha - \mu mg L \cos \alpha = mgL (\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$$

[点评] 计算几个力同时对物体做功时，画出正确的受力图是解题的关键。计算结果中功的正负符号要保留，因为它具有特定的物理意义。若只求做功的多少就取绝对值。求几个力对物体所做的总功，可先求每个力做的功再求其代数和；也可以先求几个力的合力再求合力的功。

[例 2] 用水平拉力拉着滑块沿半径为 R 的水平圆轨道运动一周，如图 5-2-3 所示，已知物块与轨道间动摩擦因数为 μ ，物块质量为 m ，求此过程中摩擦力做的功。

[解析] 由题意知，物体受的摩擦力在整个过程中大小 $F = \mu mg$ 不变、方向时刻变化，是变力，但是我们把圆周分为无数个小微元段，每一小段可近似成小直线，从而摩擦力在每一小段上方向不变，每一小段上可用恒力做功的公式计算，然后各段累加起来，便可求得结果。把圆轨道分成 $L_1, L_2, L_3, \dots, L_n$ 微小段，摩擦力在每一段上为恒力则在每一段上做的功：

$$W_1 = -\mu mg L_1, W_2 = -\mu mg L_2, W_3 = -\mu mg L_3, \dots, W_n = -\mu mg L_n,$$

摩擦力在一周内所做的功：

$$W = W_1 + W_2 + W_3 + \dots + W_n = -\mu mg (L_1 + L_2 + L_3 + \dots + L_n) = -\mu mg \cdot 2\pi R.$$

所以物块运动一周摩擦力做功为 $-2\mu mg \pi R$ 。

[点评] (1) 大小不变的摩擦力的功的计算 $W = -F \cdot L$ ， L 为物体运动的路程。

(2) 空气阻力在大小恒定情况下做功的计算同摩擦力。

[例 3] 物体静止在光滑水平面上，先对物体施一水平向右的恒力 F_1 ，经 t 秒后撤去 F_1 ，立即再对它施一个水平向左的恒力 F_2 ，又经 t 秒后物体回到出发点。在这一过程中， F_1 、 F_2 分别对物体做的功 W_1 、 W_2 间的关系是 ()

- A. $W_1 = W_2$ B. $W_2 = 2W_1$ C. $W_2 = 3W_1$ D. $W_2 = 5W_1$

[解析] A 到 B 作用力 F_1 ，B 到 C 到 D 作用力 F_2 ，由牛顿第二定律 $F = ma$ 及匀减速直线运动的位移公式 $s = v_0 t - \frac{1}{2} a t^2$ 、匀加速直线运动的速度公式 $v_0 = at$ ，设向右为正方向，向左为负向，设 $AB = s$ ，可得：

$$-s = v_0 t - \frac{1}{2} a_2 t^2$$

$$-s = (a_1 t) t - \frac{1}{2} a_2 t^2$$

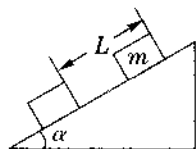


图 5-2-1

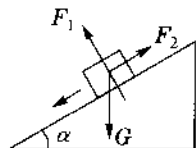


图 5-2-2

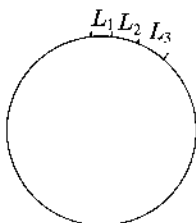


图 5-2-3

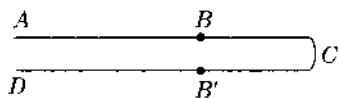


图 5-2-4



$$-\frac{1}{2}a_1t^2 = (a_1t)t - \frac{1}{2}a_2t^2$$

$$-\frac{1}{2}\left(\frac{F_1}{m}\right)t^2 = \left(\frac{F_1}{m}\right)t - \frac{1}{2}\frac{F_2}{m}t^2$$

$\therefore F_2 = 3F_1$ A 到 B 过程作用力 F_1 做正功, BCB' 过程作用力 F_2 的功抵消, B' 到 D 过程 F_2 做正功, 即 $W_1 = F_1 \cdot s, W_2 = F_2 \cdot s, \therefore W_2 = 3W_1$.

所以答案为 C.

[点评] 本题涉及往返运动中功的计算, 解题须注意: ①过程分析; ②力与过程的对应关系; ③物体在各过程中遵守的物理规律; ④涉及矢量方向的正负确定.



实践与探究

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, 说明物体一定无位移
- D. 功的大小是由力的大小和物体在力的方向上的位移的大小确定的

2. 质量为 m 的物体, 在水平力 F 的作用下, 在粗糙的水平面上运动, 则下面说法中正确的是 ()

- A. 如物体做加速直线运动, 则 F 一定对物体做正功
- B. 如物体做减速直线运动, 则 F 一定对物体做负功
- C. 如物体做减速直线运动, 则 F 可能对物体做正功
- D. 如物体做匀速直线运动, 则 F 一定对物体做正功

3. 关于一对作用力和反作用力的功, 下列说法中哪些正确? ()

①如果其中一个力做正功, 则另一个力必做负功 ②一对作用力与反作用力做功的代数和必为零 ③这两个力可能同时都能做正功或同时都做负功 ④一对作用力与反作用力做功的代数和不一定为零

- A. ①②
- B. ③④
- C. ①④
- D. 都不正确

4. 质量为 M 的物体从高处由静止下落, 如不计空气阻力, 在第 2s 内和第 3s 内重力做的功之比为 ()

- A. 2:3
- B. 1:1
- C. 1:3
- D. 3:5

5. 如图 5-2-5 所示, 一升降机在箱底装有若干个弹簧, 设在某次事故中, 升降机吊索在空中断裂, 忽略摩擦力, 则升降机在从弹簧下端触地后直到最低点的一段运动过程中 ()

- A. 升降机的速度不断减小
- B. 升降机的加速度不断变大
- C. 先是弹力做的负功小于重力做的正功, 然后是弹力做的负功大于重力做的正功
- D. 到最低点时, 升降机加速度的值一定大于重力加速度的值

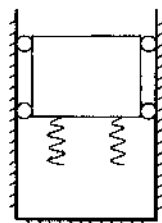


图 5-2-5



6. 如图 5-2-6 所示, 站在汽车上的人用手推车的力为 F , 脚对车向后的静摩擦力为 F' , 下列说法正确的是 ()

- A. 当车匀速运动时, F 和 F' 所做的总功为零
- B. 当车加速运动时, F 和 F' 的总功为负功
- C. 当车减速运动时, F 和 F' 的总功为正功
- D. 不管车做何种运动时, F 和 F' 的总功为零

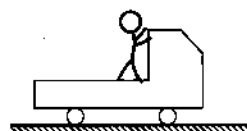


图 5-2-6

7. 质量为 m 的滑块以一定初速度沿倾角为 θ 的斜面上滑 l 后, 又沿原路返回, 设滑块与斜面的动摩擦因数为 μ , 则滑块从开始上滑到回到出发点过程中, 克服摩擦力所做的功为多大? 重力做的功为多大?

8. 某人利用如图 5-2-7 所示的装置, 用 100N 的恒力 F 作用于不计质量的细绳的一端, 将物体从水平面上的 A 点移到 B 点. 已知 $\alpha_1 = 30^\circ$, $\alpha_2 = 37^\circ$, $h = 1.5\text{m}$. 不计滑轮质量及绳与滑轮间的摩擦. 求绳的拉力对物体所做的功.

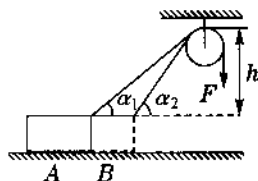


图 5-2-7

9. 如图 5-2-8 所示, 质量为 m 的小车以恒定速率 v 沿半径为 R 的竖直圆环轨道运动, 已知动摩擦因数为 μ , 试求小车从轨道最低点运动到最高点过程中摩擦力的功.

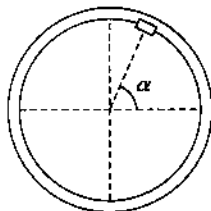


图 5-2-8



相关信息

利用 $F-L$ 图像求功

对于力的方向始终与位移方向在同一直线上、大小不断变化的力做功的问题,可以借助于 $F-L$ 图像来求功.

根据恒力功的公式“ $W=F \cdot L \cdot \cos\theta$ ”,如 F, L 同向,则 $W=F \cdot L$. 因为恒力不随 L 变化,则力 F 随位移 L 变化的图像如图 5-2-9 所示. 从 $L=0$ 到 $L=S_1$ 过程中,力 F 做的功 $W_1=FL_1$,这正与图中矩形 $OABC$ 的面积相对应,而从 $L=S_1$ 到 $L=S_2$ 过程中力 F 做的功 $W_2=F(S_2-S_1)$,这也刚好与图中矩形 $ADPB$ 的面积相当. 由此可知,用 $F-L$ 图可以求功. 因此 $F-L$ 图又叫示功图.

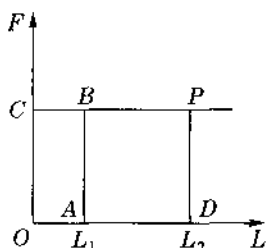


图 5-2-9

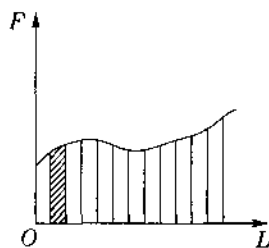


图 5-2-10

如果力 F 的方向不变,但大小不断变化,这样的力做功能否用 $F-L$ 图上的面积来表示呢? 如图 5-2-10 所示,根据前面的分析方法,也可以把整个过程分成很多小段,使每小段内力 F 的变化可以忽略不计,从而可以看作恒力. 这样,每一小段的力 F 做的功都可以用这一小段内 $F-L$ 图线与 L 轴间的小“矩形”(可看作矩形)面积来表示. 同样,其他各小段也都可以用这种方法求出功. 而在某一段运动过程中力 F 所做的总功则可用这些小条形面积的总和来表示,即总功似等于 $F-L$ 图线与 L 轴间所夹的面积.



3. 功率



知识网点

1. 理解功率的概念,能运用功率的公式 $P = \frac{W}{t}$ 进行有关计算,并知道此式计算的是平均功率.
2. 理解公式 $P = Fv \cos \theta$ 的意义,并能用此式分析、解释现象和进行有关计算.
3. 理解平均功率、瞬时功率和实际功率的意义,注意它们之间的联系与区别.



重/难/点/解/析/

1. 功率

功率是描述做功快慢的物理量.

(1)功率的定义式: $P = \frac{W}{t}$, 所求出的功率是时间 t 内的平均功率.

(2)功率的计算式: $P = Fv \cos \theta$, 其中 θ 是力与速度间的夹角. 该公式有两种用法: ①求某一时刻的瞬时功率. 这时 F 是该时刻的作用力大小, v 取瞬时值, 对应的 P 为 F 在该时刻的瞬时功率; ②当 v 为某段位移(时间)内的平均速度时, 则要求这段位移(时间)内 F 必须为恒力, 对应的 P 为 F 在该段时间内的平均功率.

(3)重力的功率可表示为 $P_G = mgv_y$, 即重力的瞬时功率等于重力和物体在该时刻的竖直分速度之积.

(4)汽车的两种加速问题. 如图 5-3-1 所示, 当汽车从静止开始沿水平面加速运动时, 有两种不同的加速过程, 但分析时采用的基本公式都是 $P = Fv$ 和 $F - f = ma$

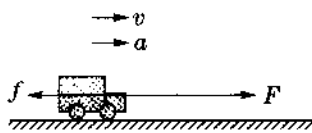


图 5-3-1

①恒定功率的加速. 由公式 $P = Fv$ 和 $F - f = ma$ 知, 由于 P 恒定, 随着 v 的增大, F 必将减小, a 也必将减小, 汽车做

加速度不断减小的加速运动, 直到 $F = f, a = 0$, 这时 v 达到最大值 $v_m = \frac{P_m}{F} = \frac{P_m}{f}$. 可见恒定功率的加速一定不是匀加速. 这种加速过程发动机做的功只能用 $W = Pt$ 计算, 不能用 $W = Fs$ 计算(因为 F 为变力).

②恒定牵引力的加速. 由公式 $P = Fv$ 和 $F - f = ma$ 知, 由于 F 恒定, 所以 a 恒定, 汽车做匀加速运动, 而随着 v 的增大, P 也将不断增大, 直到 P 达到额定功率 P_m , 功率不能再增大了. 这时匀加速运动结束, 其最大速度为 $v'_m = \frac{P_m}{F} < \frac{P_m}{f} = v_m$, 此后汽车要想继续加速就只能做恒定功率的变加速运动了. 可见恒定牵引力的加速时功率一定不恒定. 这种加速过程发动机做的功只能用 $W = F \cdot s$ 计算, 不能用 $W = P \cdot t$ 计算(因为 P 为变功率).

要注意两种加速运动过程的最大速度的区别.



2. 平均功率与瞬时功率

(1) 平均功率: $P = W/t$

(2) 瞬时功率

为了比较细致地表示出每时每刻的做功快慢,引入瞬时功率的概念,即瞬时功率是表示某个瞬时做功快慢的物理量.

$$P = W/t = F \cdot L/t, \text{ 而 } L/t = v$$

所以: $P = F \cdot v$

当 t 值足够小时, v 就表示某一时刻的瞬时速度,所以这时 P 就表示该时刻的瞬时功率.

因此 $P = F \cdot v$ 就是瞬时功率计算公式

讨论:

①如果作用于物体上的力 F 为恒力,且物体以速度 v 匀速运动,则力对物体做功的功率保持不变.此情况下,任意一段时间内的平均功率与任一瞬时的瞬时功率都是相同的.

②很多动力机器通常有一个额定功率,且通常使其在额定功率状态下工作(如汽车),根据 $P = Fv$ 可知:

当路面阻力较小时,牵引力 F 也小, v 可以大,即汽车可以跑得快些;

当路面阻力较大,或爬坡时,需要比较大的牵引力, v 必须小,这就是爬坡时汽车换低挡的道理.

③如果动力机器原来在远小于额定功率的条件下工作,例如汽车刚刚起动后的一段时间内,速度逐渐增大过程中,牵引力仍可增大,即 F 和 v 可以同时增大,但是这一情况应以二者乘积等于额定功率为限度,即当 $Fv = P_{\text{额}}$ 以后,这种情况不可能实现.



典型例题

[例1] 关于功率概念的理解,下列说法中正确的是

()

- A. 功率大的机械做的功多
- B. 功率大的机械做功时用的时间少
- C. 单位时间内完成的功越多,则功率越大
- D. 省力多的机械功率大

[解析] 做功快慢和做功多少是两个不同的概念.例如,甲在 1s 内做了 50J 的功,而乙在 5s 内做了 100J 的功时,乙做的功虽然比甲多,但它比甲用的时间长,平均 1s 内只做了 20J 的功,所以乙比甲做功要慢.可见,做功快慢是跟做功的多少和做功所用的时间多少有关的,在物理学中用功率 $P = \frac{W}{t}$ 来描述,而做功“多”在物理学中用功 $W = Fs$ 来描述.

[答案] C

[点评] 本题主要考查功率的概念.

[例2] 如图 5-3-2 所示,位于水平面上的物体 A 的质量 $m = 5\text{kg}$,在 $F = 10\text{N}$ 的水平拉力作用下从静止开始向右运动,位移为 $L = 36\text{m}$ 时撤去拉力 F .求:在下述两种条件下,力 F 对物体做功的平均功率各是多大?(取 $g = 10\text{m/s}^2$)

(1) 设水平面光滑;