

 各个击破

ZHUANTI
DIANJI

专题 点击

高中物理

· 力学二 ·

主 编 李维坦 张其明



东北师范大学出版社



以专题为编写线索

针对性、渗透性强

体例新颖、注重能力培养

适用区域广泛

16

本书作者

	ZHUANTI	DIANJI	GAOZHONG	WULI
主 编	李维坦	张其明		
本册主编	费毓良	张洪波	吴学荣	
副主编	吴连群	王惠光	菊 花	
编 写	宫爱珍	何 婧	刘玉申	郭传昌
	孙洪民	李艳芳	李 军	蒋广珠
	孙 云	赵春辉	陈丽云	周长江
	葛丽华	王 晶	李义坤	孙 祥
	刘志生	周春丽		

CHUBANZHE DE HUA

出版者的话

《专题点击》丛书的创意始于教材改革的进行，教材的不稳定使教辅图书市场异彩纷呈，新旧图书杂糅，读者即使有一双火眼金睛，也难以取舍。但无论各版别的教材如何更新，变革，万变不离其宗的是，删改陈旧与缺乏新意的内容，增加信息含量，增强人文意识，培养创新精神，增添科技内涵，活跃思维，开发学生的创新、理解、综合分析及独立解决问题等诸多能力，而这些目标的实现均是众多不断调整的知识板块、考查要点串连在一起的。不管教材如何更改，无论教改的步子迈得多大，这些以丰富学生头脑，开拓学生视野，提高其综合素养为宗旨的知识链条始终紧密地联系在一起，不曾有丝毫的断裂，而我们则充分关注形成这一链条的每一环节，这也是“专题”之切入点。

《专题点击》丛书的出版正是基于此种理念，涵盖初高中两个重点学习阶段所学语文、英语、数学、物理、化学等五个学科，各科以可资选取的知识板块作为专题，进行精讲，精解，精练。该丛书主要具有以下特点：

一、以专题为编写线索

语文、英语、数学、物理、化学五主科依据初高中各年级段整体内容及各学科的自身特点，科学、系统地加以归纳、分类及整理，选取各科具有代表性的知识专题独立编写成册，并以透彻的讲解，精辟的分析，科学的练习，准确的答案为编写思路，再度与一线名师携手合作，以名师的教学理念为图书的精髓，以专题为轴心，抓住学科重点、知识要点，以点带面，使学生对所学知识能融会贯通。

二、针对性、渗透性强

“专题”，即专门研究和讨论的题目，这就使其针对性较明显。其中语文、英语两科依据学科试题题型特点分类，数学、物理、化学各科则以知识板块为分类依据，各科分别撷取可供分析讨论的不同板块，紧抓重点难点，参照国家

课程标准及考试说明，于潜移默化中渗透知识技能，以收“润物细无声”之功效。

三、体例新颖，注重能力培养

《专题点击》丛书体例的设计，充分遵循了学生学习的思维规律，环环相扣，逻辑性强。基础知识的讲解，注重精练，循序渐进，以至升华；典型例题，以实例引航，达到举一反三，触类旁通；把知识点融入习题，鼓励实战演练，做到学以致用。本丛书一以贯之、自始至终遵循的是对学生能力的培养。

四、适用区域广泛

《专题点击》丛书采用“专题”这一编写模式，以人教版教材为主，兼顾国内沪版、苏版等地教材，汲取多种版本教材的精华，选取专题，使得本套书在使用上适用于全国的不同区域，可活学活用，不受教材版本的限制。

作为出版者，我们力求以由浅入深、切中肯綮的讲解过程，化解一些枯燥的课堂教学，以重点、典型的例题使学生从盲目的训练中得以解脱，以实用、适量的练习减少学生课下如小山般的试卷。

我们的努力是真诚的，我们的探索是不间断的，希望我们的努力使学生有更多的收获。成功并不属于某一个人，它需要我们共同创造，需要我们携手前行。

东北师范大学出版社
第一编辑室

目录

考

题

点

考

第一章 机械能 1

- 一、功 1
- 二、功率 11
- 三、动能 动能定理 19
- 四、重力势能 27
- 五、机械能守恒定律 31
- 六、求解变力做功问题的八种特殊方法 39

第二章 动 量 59

- 一、冲量和动量 59
- 二、动量定理 70
- 三、动量守恒定律 82
- 四、动量守恒定律的应用 92
- 五、反冲运动 火箭 102
- 六、验证动量守恒定律 108
- 七、联系实际与综合训练 113

第三章 机械振动 126

- 一、简谐运动 126
- 二、振幅、周期和频率 133
- 三、简谐运动的图像 136
- 四、单 摆 142
- 五、简谐运动的能量 阻尼振荡 153

六、受迫振动 共振	159
七、实验:用单摆测重力加速度	164

第四章 机械波 185

一、波的形成和传播	185
二、波的图像	191
三、波长、频率和波速	199
四、波的干涉、衍射	211
五、多普勒效应	217

第一章

机械能

一、功

1 知识点击

循序渐进

1 功

(1) 物体受到力的作用,并在力的方向上发生一段位移,就说力对物体做了功。做功两个不可缺少的因素是力和物体在力的方向上发生的位移。

(2) 恒力对物体做功大小的计算式为 $W = F s \cos \theta$ 。

方法一: 将力 F 分解成平行于位移 s 的分力 $F \cos \alpha$ 和垂直于位移的分力 $F_2 = F \sin \alpha$, 后者做功为 0, 前者做功 $W_1 = F_1 \cdot s = F s \cos \alpha$ 。

方法二: 把位移 s 分解成平行于和垂直于 F 的分位移 $s \cos \alpha$ 和 $s \sin \alpha$, 同样可以得出 $W = F s \cos \alpha$ 。

方法三: 对任意情况如图 1-1 所示, $F_x = F \cos \varphi$, $F_y = F \sin \varphi$, $s_y = s \sin \theta$, $s_x = s \cos \theta$, F 力所做的功 $W = F_y \cdot s_y + F_x \cdot s_x = F s (\sin \varphi \sin \theta + \cos \varphi \cos \theta) = F s \cos (\varphi - \theta) = F s \cos \alpha$, α 为 F, s 之间夹角。

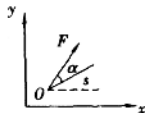


图 1-1

2 公式适用条件

(1) 公式 $W = F s \cos \alpha$ 不是普遍适用的, 它只适用于恒力做功。

例 放在水平光滑地面上的静止物体, 受一个 10 N 的水平向右的力推动, 运动 8 m 时突然此力反向但大小不变, 一直到把物体推回原处 (即全过程总位移为 0), 能否用 $W = F s \cos \alpha$ 算出此力在全过程中做的功等于零? 总功为多少?

解析 如图 1-2 所示可将运动分成 AB , BC , CA 几个阶段, 可以得出全过程的推力做功 $W=160\text{ J}$ 而不等于 0. 可见 $W=Fscos\alpha$ 只适用于“大小和方向均不变”的恒力做功(“变力”做功的方法之一).

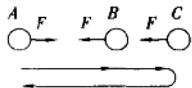


图 1-2

(2) 公式中位移 s 是一个相对量, 取不同的参考系 s 不同, 同一过程算出的功也会不同, 为了避免这种“不确定性”在中学物理中我们约定, 计算功(以及今后计算动能)都以地面为参考系, 而不随便取其他物体为参考系.

注意: 功的公式中 s 的含义是最众说纷纭的. 如果只看教材, 都只说是“物体位移的大小”, 这种说法在一般情况也就够了, 但在较复杂的情况下就难办了. 复杂情况典型的有两类: 一类是做转动的物体, 此时物体各点位移不同, 谈论“物体的位移”就失去了意义; 另一类是一个物体在另一个物体表面滑动时, 此时力的作用点在其中一个物体上发生“转移”, “位移”也就有一些微妙之处. 为此有许多学习指导书、参考书中就写道: “ s 指力的作用点的位移.” 应该说这个“定义”对解决“转动物体的困难”足够了, 但对解决“滑动困难”却还是无济于事. 或者说在此情况下, “力的作用点位移”仍语焉不详.

例 A 板长 l , 固定在地面上, 手指压在其上从右端移到左端, 移动时滑动摩擦力大小为 F , 求摩擦力对手指和对 A 板分别做功多少?

解析 对手指做功 Fs 是基本无异议的. 但对 A 板做功就意见纷纭了. 分歧的焦点在“力的作用点的位移”上. 相当多的人认为对 A 来说, 力 F 的作用点的位移应是 l , 方向从右向左, 与 A 所受的 F 的方向正好一致, 故力 F 对 A 做功为 $+Fl$. 但由动能定理马上发现: A 受其他力并未做功, 如果 F 做正功, 则 A 的动能将会增加, 但这与“ A 固定不动”的条件相矛盾.

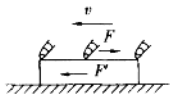


图 1-3

症结还是在“ s ”的确切意义上, 可以说, 凡力的作用点在物体上发生转移的, “力的作用点的位移”的说法是不明确的. 关于公式中 s 的确切的定义应是“受力作用的质点的位移”. 在此例中, 当手指从右端移到左端时, 只是力的作用点在 A 上依次转移, 而每一个受到力的质点并未位移, 故 $W=F \cdot 0=0$, 正好与动能定理吻合.

(3) 计算式表明, 一个力对物体所做功的多少只和 F , s 以及夹角 α 有关, 在计算时, 不需要考虑物体是否还受到其他力作用, 也不要考虑物体做的是何种运动.

3 正功、负功与零功

(1) 根据功的计算公式 $W=Fscos\alpha$ 可得出下列几种情况:

① 当 $\alpha=90^\circ$ 时, $\cos\alpha=0$, 则 $W=0$, 即力 F 对物体不做功. 例如, 向心力对物体不做功、作用在运动电荷上的洛伦兹力对电荷不做功.

② 当 $\alpha<90^\circ$ 时, $\cos\alpha>0$, 则 $W>0$, 此时力 F 对物体做正功.

③ 当 $\alpha>90^\circ$, α 在第二象限, $\cos\alpha<0$, 则有 $W<0$, 此时力 F 对物体做负功, 即物体克服力 F 做功.

(2) 如何判断力 F 做功的正负:

① 利用公式 $W=Fs\cos\alpha$, 即上述几种情况.

② 利用力 F 与物体速度 v 之间的夹角情况来判断. 设其夹角为 θ , 若 $\theta=90^\circ$, 则力 F 对物体不做功; 若 $\theta<90^\circ$, 则力 F 对物体做正功; 若 $180^\circ>\theta>90^\circ$, 力 F 对物体做负功.

③ 根据物体的能量是否变化来判断, 若其能量变化, 则必有力对物体做功.

4 线性变化的力做功

若力的方向不变, 大小随位移线性变化, 则可取力的平均值 $\frac{F_1+F_2}{2}$ 代替公式中的 F .

5 功是标量, 物体受到几个力, 则这些力的合力对物体所做的功叫做这几个力对物体所做的总功; 这几个力的总功也可以先求每个力所做的功然后再求代数之和.

6 摩擦力做功

摩擦力是力学中经常遇到的三种力之一. 摩擦力以其大小、方向的不定性成为高中物理中的难题. 摩擦力做功以其自身的特殊性, 成为物理考试中的热点. 通过对具体问题分析, 可归纳出摩擦力做功具有以下特点.

(1) 静摩擦力对物体可以做正功, 可以做负功, 也可以不做功.

当静摩擦力方向和物体位移方向相同时, 静摩擦力对物体做正功; 当静摩擦力方向和物体位移方向相反时, 静摩擦力对物体做负功; 当静摩擦力方向和物体位移方向垂直时或物体位移为 0 时, 静摩擦力不做功.

(2) 滑动摩擦力对物体可以做正功, 可以做负功, 也可以不做功.

例 在光滑的水平地面上有质量为 M 的长平板 A (如图 1-4 所示). 平板上放一质量为 m 的物体 B , A 和 B 之间动摩擦因数为 μ . 今在物体 B 上加一水平恒力 F , B 和 A 发生相对滑动. 经过时间 t , 求: ① 摩擦力对 A 所做的功; ② 摩擦力对 B 所做的功; ③ 若长木板 A 固定时摩擦力对 A 做的功.

解析 ① 平板 A 在滑动摩擦力 $f=\mu mg$ 的作用下, 向右做匀加速运动, 经过时间 t , A 的位移

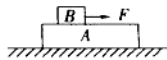


图 1-4

$$s_A = \frac{1}{2} a_A t^2 = \frac{1}{2} \frac{\mu mg}{M} t^2.$$

摩擦力 f 方向和 s_A 相同, 对 A 做正功, 其功 $W_f = f \cdot s_A = \frac{\mu^2 m^2 g^2 t^2}{2M}$.

② 物体 B 在水平恒力 F 和摩擦力 $f' = -f = -\mu mg$ 的合力作用下向右做匀加速运动, B 的位移

$$s_B = \frac{1}{2} a_B t^2 = \frac{1}{2} \frac{F - \mu mg}{m} t^2,$$

摩擦力 f' 方向和 s_B 方向相反, f' 对 B 做负功

$$W_{f'} = f' \cdot s_B = -\mu mg \times \frac{1}{2} \frac{F - \mu mg}{m} t^2 = -\frac{1}{2} \mu g (F - \mu mg) t^2.$$

③ 若长木板 A 固定, 在力作用下 A 的位移 $s'_A = 0$, 所以摩擦力 f 对 A 做功为 0, 即 f 对 A 不做功.

(3) 一对相互作用的静摩擦力做功的代数和必为 0, 即 $W_f + W_{f'} = 0$.

对相互有静摩擦力作用的两物体 A 和 B 来说, A 对 B 的摩擦力和 B 对 A 的摩擦力是一对作用力和反作用力, 大小相等, 方向相反. 由于两物体相对静止, 其对地面位移必相同. 所以这一对静摩擦力一个做正功, 一个做负功, 大小相等, 其代数和为零, 即 $W_f + W_{f'} = 0$.

(4) 一对相互作用的滑动摩擦力做功的代数和必不为零, 其和为

$$W_f + W_{f'} = -f \cdot s_{\text{相对}}.$$

对相互有滑动摩擦力作用的两物体 A 和 B 来说, A 对 B 的摩擦力和 B 对 A 的摩擦力大小相等, 方向相反, 即 $f' = -f$. 由于 A, B 两物体之间有相对滑动, A, B 两物体的位移 s_A 和 s_B 必定不相等, 其差为相对位移 $s_{\text{相对}}$. 所以这一对摩擦力做功的代数和为

$$W_f + W_{f'} = fs_A + f's_B = fs_A - fs_B = f(s_A - s_B) = -f \cdot s_{\text{相对}}.$$

(5) 滑动摩擦力做的功与路程有关, 其功等于滑动摩擦力的大小 f 和物体沿接触面滑动的路程 s 的乘积.

由于滑动摩擦力总是沿着接触面的切线方向, 与物体相对滑动的方向相反, 所以滑动摩擦力做的功与路程有关. 物体沿接触面滑动的路程越长, 滑动摩擦力做的功越多. 滑动摩擦力做的功等于滑动摩擦力的大小 f 和物体沿接触面滑动的路程 s 的乘积, 即 $W_f = f \cdot s$.

例 1 质量为 m , 与地面间动摩擦因数为 μ 的滑块在水平面上以速度 v_0 向着竖直墙滑去, 滑到墙角处与墙发生弹性碰撞 (无能量损失), 求滑块停止前滑行的距离 s .

解析 滑块在水平面上滑动时, 在水平方向仅受到滑动摩擦力作用, 由动

能定理得

$$-\mu mgs = 0 - \frac{1}{2}mv_0^2.$$

滑块停止前滑行的距离 $s = \frac{v_0^2}{2\mu g}$.

(6) 静摩擦力虽然做功但是不产生热量. 滑动摩擦力做功产生热量, 产生的热量等于一个滑动摩擦力 f 和两物体相对位移 $s_{\text{相对}}$ 的乘积, 即 $Q = f \cdot s_{\text{相对}}$.

例 2 一颗子弹 A 水平飞来, 刚好射穿静止在光滑水平面上长 L 的木块 B . 已知 A, B 相互作用的摩擦力为 f , B 在被射穿过程中被 A 带动前进的距离为 s_B (如图 1-5 所示). 求在射穿过程中产生的热量.

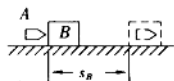


图 1-5

解析 A 对 B 的滑动摩擦力做正功, $W = f \cdot s_B$. B 增加的动能 $\Delta E_{kB} = f \cdot s_B$. B 对 A 的滑动摩擦力做负功 $W' = -f(s_B + L)$, A 增加的动能 $\Delta E_{kA} = -f(s_B + L)$.

A, B 组成的系统增加的动能 $\Delta E_{kA} + \Delta E_{kB} = -f(s_B + L) + fs_B = -fL$.

负号表示系统损失动能.

子弹与木块摩擦产生的热量等于系统损失的动能, 即 $Q = fL$.

(7) 若系统损失的机械能全部用来克服摩擦力做功, 则系统损失的机械能等于摩擦力 f 跟相摩擦的两个物体相对路程的乘积, 即 $\Delta E = f \cdot s_{\text{相对路程}}$.

例 3 一质量为 M , 两端有挡板的小车停放在光滑水平面上 (如图 1-6 所示). 车上放着一质量为 m 的物块, 物块与车面的动摩擦因数为 μ . 现给物块 m 一个水平向右, 大小为 mv_0 的瞬时冲量, 求物块在车上滑行的路程 s .

设物块与车挡板碰撞无能量损失.

解析 物块 m 在小车 M 上滑动过程中动量守恒. 滑动结束时二者相对静止有共同速度 v , 由动量守恒定律得 $mv_0 = (m+M)v$.

小车和物块组成的系统损失的机械能全部用来克服摩擦力做功. 由动能定理得 $-\mu mgs = \frac{1}{2}(m+M)v^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$.

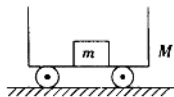


图 1-6

物块在小车上滑行路程 $s = Mv_0^2 / 2(M+m)\mu g$.

(8) 沿斜面下滑的物体克服摩擦力做的功与斜面倾角 θ 及斜面长度 L 无关, 只与动摩擦因数 μ 和水平位移 s 有关.

在倾角 θ 的斜面上下滑的物体受的摩擦力 $f = \mu mg \cos \theta$, 因 $\cos \theta = \frac{s}{L}$, 物体克

服摩擦力做功 $W_f = f \cdot L = \mu mg \cos \theta \cdot L = \mu mgs$.

由于任意曲面上一小段可视为斜面,所以上述结论可推广到沿任意曲面下滑的物体克服摩擦力做的功 $W_f = \mu mgs$. 其中 s 为水平位移.

例4 滑雪者从山坡上 A 点由静止出发自由下滑,设动摩擦因数 μ 为常数,他滑到 B 点时恰好停止,此时水平位移为 s (如图 1-7 所示). 求 A, B 两点间高度差 h .

解析 设滑雪者质量为 m , 取一足够小的水平位移 Δs , 对应的滑行路线可视为小直线段 ΔL , 该处滑雪者所受的摩擦力 $f = \mu mg \cos \theta = \mu mg \frac{\Delta s}{\Delta L}$.

在 ΔL 段摩擦力所做的功

$$\Delta W_f = -f \Delta L = -\mu mg \Delta s.$$

对滑行路线求和得摩擦力做的总功 $W_f = \sum \Delta W_f = -\mu mgs$.

从 A 到 B , 重力做功 $W_G = mgh$, 动能变化 $\Delta E_k = 0$, 由动能定理得 $W_G + W_f = 0$, 即 $mgh - \mu mgs = 0$, A, B 两点间高度差 $h = \mu s$.

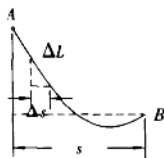


图 1-7

2

实例引航



举一反三

例1 水平恒力 F 作用于放在光滑水平面上质量为 m 的物体上,使物体沿力的方向运动位移 s 过程中,力 F 做功大小为 W_1 . 若使水平恒力 F 作用于放在粗糙水平面上的质量为 $2m$ 的物体上,使其沿力的方向运动位移 s 过程中,力 F 做功大小为 W_2 . 则 W_1 与 W_2 比较().

- A. $W_1 > W_2$ B. $W_1 = W_2$ C. $W_1 < W_2$ D. 无法判断

解析 恒力 F 做的功,只与 F, s, α 有关,与其他诸因素无关. 两次恒力做功过程中 F, s 均相同,所以两次恒力做功相等,故选 B.

若题目要比较合外力对物体做的功,则应分析物体受的外力,求出合外力以及其与位移之间的夹角,再经过计算进行比较.

例2 如图 1-8 所示,两个互相垂直的力 F_1 与 F_2 作用在同一物体上,使物体通过一段位移过程中,力 F_1 对物体做功 4 J,力 F_2 对物体做功 3 J,则力 F_1 与 F_2 的合力对物体做功为().

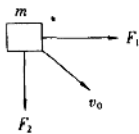


图 1-8

A. 7 J

B. 1 J

C. 5 J

D. 3.5 J

解析 本题中不知力 F_1 与 F_2 的大小,而且也不知物体运动的性质,若用恒力做功的公式计算是相当麻烦的. 由于功是标量,合力对物体做的功,应等于各分力对物体做功的代数和,因此,合力对物体做功应为 7 J. 答案 A 正确. 若把功误认为矢量,进行矢量合成,选答案 C 是错误的.

例 3 小物块位于光滑的斜面上,斜面位于光滑的水平地面上,如图 1-9 所示. 从地面上看,在小物块沿斜面下滑的过程中,斜面对小物块的作用力().

- A. 垂直于接触面,做功为零
- B. 垂直于接触面,做功不为零
- C. 不垂直于接触面,做功为零
- D. 不垂直于接触面,做功不为零

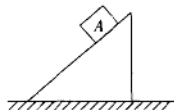


图 1-9

解析 斜面对小物块支持力的方向是垂直于支持面指向被支持物体,无论这个物体是静止,还是运动.

当小物体向斜面左端滑下时,斜面对地向右端移动. 小物体对地的运动是由物体对斜面的运动和斜面对地的运动合成的. 因为斜面对小物体的作用力垂直斜面,所以力的方向与位移方向不垂直,所以这个作用力做功不为零. 应选 B.

例 4 质量为 M 的滑块,置于光滑水平地面上,其上有一半半径为 R 的 $\frac{1}{4}$ 光滑圆弧. 现将质量为 m 的物体从圆弧的最高点自由释放,在物体下滑过程中 M 对 m 的弹力做功 W_1 , m 对 M 的弹力做功 W_2 (如图 1-10 所示),则().

- A. $W_1=0, W_2=0$
- B. $W_1<0, W_2>0$
- C. $W_1=0, W_2>0$
- D. $W_1>0, W_2<0$

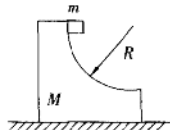


图 1-10

解析 如不注意分析,往往容易错选 A,即认为圆弧的弹力总与物体运动方向垂直,不做功. 事实上,在 m 下滑过程中,由水平方向动量守恒可知,滑块应向左滑动. 由于滑块动能增加,且滑块所受重力及地面对它的支持力总与位移方向垂直而不做功,因此, m 对 M 的弹力必对 M 做正功. 由于物体与滑块所组成系统的机械能守恒,滑块的机械能增加,物体的机械能必定减少,可见 M 对 m 的弹力做负功. 应选 B.

其实在物体下滑的过程中,滑块向左滑动,物体与滑块之间的弹力不再与圆弧面垂直.

例 5 质量为 m 的物体静止在倾角为 θ 的斜面上,现在使斜面体向右水平匀

速移动距离 L , 如图 1-11 所示, 有哪几个力对物体做功? 各做了多少功?

解析 对物体受力分析, 物体重力 mg , 弹力 N , 摩擦力 f 三个力作用.

因为物体处于平衡状态, 合外力为零, 则有 $N=mg\cos\theta$, $f=mg\sin\theta$.

在物体位移中, 重力做功 $W_G=mgL\cos 90^\circ=0$, 摩擦力做功 $W_f=fL\cos\theta=mgL\sin\theta\cos\theta$, 弹力做功 $W_N=-NL\sin\theta=-mgL\cos\theta\sin\theta$.

若求外力对物体所做的总功, 可以先求出各力的合力 $\Sigma \vec{F}$, 然后求此合力做的总功; 也可求各力所做的功, 再求各力所做功的代数和.

此例题外力对物体做的总功 $W_{\Sigma}=\Sigma \vec{F} \cdot \vec{l}=0$ 或 $W_{\Sigma}=W_G+W_N+W_f=0-mgL\cos\theta\sin\theta+mgL\sin\theta\cos\theta=0$.

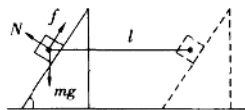


图 1-11

3 实战演练

学以致用

1. 物体在两个互相垂直的力作用下运动的过程中 (如图 1-12 所示), 力 F_1 做功 6 J, 物体克服力 F_2 做功 8 J, 则力 F_1, F_2 的合力对物体做功 ().

A. 14 J B. 10 J
C. 2 J D. -2 J

2. 如图 1-13 所示, 力 F_1 和 F_2 共同作用在置于水平面的物体上, F_1 水平, F_2 与水平方向夹角为 θ , 物体在运动过程中, 力 F_1 与 F_2 的合力做功为 W , 若物体一直沿水平地面运动, 则力 F_2 对物体做功大小为 ().

A. $\frac{WF_2}{F_1+F_2}$ B. $\frac{WF_2\cos\theta}{F_1+F_2}$
C. $\frac{WF_1\cos\theta}{F_1\cos\theta+F_2}$ D. $\frac{WF_2\cos\theta}{F_1+F_2\cos\theta}$

3. 如图 1-14 所示, 木块 A 放在木块 B 的左上端, A, B 接触面不光滑, 用恒力 F 将 A 拉至 B 的右端. 第一次将 B 固定在地面上, F 做的功为 W_1 ; 第二次让 B 可以在光滑地面上自由滑动, F 做的功为 W_2 , 比较两次做功, 应有 ().

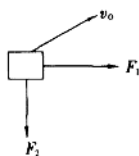


图 1-12

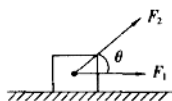


图 1-13

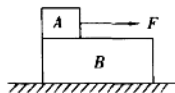


图 1-14

- A. $W_1 < W_2$ B. $W_1 = W_2$ C. $W_1 > W_2$ D. 无法比较
 4. 在距地面高 5 m 的平台上,以 25 m/s 的速率竖直向上抛出一质量为 1 kg 的石块,不计空气阻力,取 $g=10 \text{ m/s}^2$,则抛出后第三秒内重力对石块所做的功是().
 A. -100 J B. 50 J C. 100 J D. 0

5. 如图 1 - 15 所示,力 F 通过一个定滑轮将质量为 m 的物体提升, m 向上的加速度为 a ,在 m 上升 h (m) 的过程中,力 F 做功().

A. mgh B. Fh
 C. $m(g+a)h$ D. $(F+ma)h$

6. 如图 1 - 16 所示,质量为 m 的物体静止在倾角为 θ 的斜面上,物体与斜面间的动摩擦因数为 μ ,现在使斜面向右水平匀速移动距离 l ,则摩擦力对物体做的功为(物体与斜面保持相对静止)().

A. 0
 B. $\mu mgl \cos \theta$
 C. $mgl \sin \theta \cos^2 \theta$
 D. $mgl \sin \theta \cos \theta$

7. 质量为 2 kg 的物体置于水平面上,在运动方向上受拉力作用沿水平方向做匀变速直线运动,拉力作用 2 s 后停止,物体运动的速度图像如图 1 - 17 所示,则下列说法中正确的是(取 $g=10 \text{ m/s}^2$)().

A. 拉力 F 做功 150 J
 B. 拉力 F 做功 500 J
 C. 物体克服摩擦力做功 100 N
 D. 物体克服摩擦力做功 175 J

8. 如图 1 - 18 所示,质量为 m 的物体 P 放在光滑的倾角为 θ 的直角劈上,同时用力 F 向右推劈,使 P 与劈保持相对静止,在前进的水平位移为 s 的过程中,劈对 P 做的功为().

A. Fs
 B. $mgs \sin \theta \cdot s/2$
 C. $mg \cos \theta \cdot s$
 D. $mg \tan \theta \cdot s$

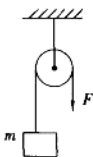


图 1 - 15

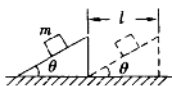


图 1 - 16

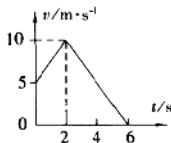


图 1 - 17

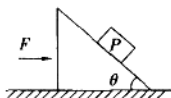


图 1 - 18

9. 如图 1-19 所示, 在皮带传送装置中, 皮带把物体 P 匀速带上, 在这过程中, 摩擦力做功情况是().

A. 摩擦力对 P 做正功
B. P 物体克服摩擦力做功
C. 摩擦力对皮带不做功
D. 皮带克服摩擦力做功

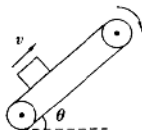


图 1-19

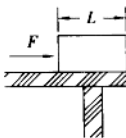


图 1-20

10. 如图 1-20 所示, 均匀长直木板长 $L=40\text{ cm}$, 放在水平桌面上, 它的一端与桌边相齐. 已知木板质量为 2 kg , 与桌面间的滑动摩擦因数 $\mu=0.2$, 今用水平推力 F 将其推出桌子, 则水平推力至少做功为多少 (g 取 10 m/s^2)?

参考答案

KEY

1. D. 多力做功, 总功应为各力做功的代数和.

2. D. 物体在此物理过程的位移为 $\frac{W}{F_1+F_2\cos\theta}$.

3. A. 第二次物体 A 的位移大.

4. D. 第 3 s 内物体的位移恰好为零.

5. B C. $F-mg=ma$.

6. D. 摩擦力的大小为 $mg\sin\theta$, 物体位移为 l , 夹角为 θ .

7. A D. 由图可知摩擦力 $f=ma_1=2\times\frac{0-10}{4}\text{ N}=-5\text{ N}$, $F+f=ma_1$, 则 $F=10\text{ N}$, 物体 2 s 内位移 15 m , 6 s 内位移 35 m , 所以拉力 F 做功 150 J , 克服摩擦力做功 175 J .

8. D. 保持和斜劈相对静止, P 的加速度应为 $g\tan\theta$, 所以劈对 P 的水平作用力为 $mg\tan\theta$, 位移为 s , 所以做功为 $mg\tan\theta \cdot s$.

9. A D.

10. 0.8 J . 要将物体右推 20 cm , 木块就可以离开桌面.

二、功率

1

知识点击

循序渐进

1 功率的概念

(1)功率是描述做功快慢的物理量,把做功与所用时间的比值定义为功率.

(2)计算功率的公式

$$\text{平均功率 } P = \frac{W}{t}.$$

$$\text{瞬时功率 } P = Fv \cos \alpha.$$

注意:公式 $P = \frac{W}{t}$ 中求出的为平均功率,若功率一直不变,亦为瞬时功率. 公式 $P = Fv \cos \alpha$ 中若 v 为平均速度,则 P 为平均功率;若 v 为瞬时速度,则 P 为瞬时功率,式中 α 为力 F 与物体速度 v 之间的夹角.

(3)功率是标量

在计算多力做功的总功率可以先计算合力再求功率,也可以先求每个力的功率再求各力功率的代数和.

(4)功率的单位

功率的单位有瓦、千瓦、马力等,其换算关系为 $1 \text{ kW} = 1\,000 \text{ W}$; $1 \text{ 马力} = 735 \text{ W}$.

从功率 $P = \frac{W}{t}$ 可以得出计算功的另一种方法 $W = Pt$. “千瓦时”是功的单位,它与“焦”的换算关系为 $1 \text{ kWh} = 3.6 \times 10^6 \text{ J}$.

2 机车的几种特殊运动

(1)机车以恒定功率运动

机车以恒定功率启动后,若运动过程中所受阻力 f 不变,由于牵引力 $F = P/v$,根据牛顿第二定律可得 $F - f = ma$,即物体的加速度 $a = P/vm - f/m$. 可见机车随着速度的增大、加速度变小;当加速度 $a = 0$ 时,机车的速度达到最大 $v_m = P/f$,以后机车将做匀速直线运动.

例1 汽车发动机额定功率 60 kW 启动,汽车的质量为 $5 \times 10^3 \text{ kg}$,当汽车在水平路面上行驶时,设阻力为车重的 0.1 倍,求汽车在此路面上行驶所能达到的最