



荣德基

3

讲

组合
讲练测

<http://www.rudder.com.cn>

配鲁科版

高中物理
必修2

讲 所考的知识点
 练 所讲的内容
 测 所练的效果

讲

吉林教育出版社



荣德基



高中物理必修2

(配鲁科版)

总主编:荣德基

本册主编:董会芬 夏丙堂



吉林教育出版社

图书在版编目(CIP)数据

荣德基三味组合讲练测. 高中物理. 2: 必修: 鲁科版(LK)/荣德基总
主编. —长春: 吉林教育出版社, 2005. 8

ISBN 7-5383-5052-7

I. 荣… II. 荣… III. 物理课-高中-教学参考资料 IV. G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 093071 号

荣德基三味组合讲练测·高中物理必修2 荣德基 总主编

责任编辑 常德澍

装帧设计 典点瑞泰

出版 吉林教育出版社(长春市同志街1991号 邮编 130021)

发行 吉林教育出版社

印刷 中煤涿州制图印刷厂

开本 787×1092 16开本 14.25印张 字数 327千字

版次 2005年8月第1版 2005年8月第1次印刷

定价 19.90元(全套)

学习，从“差距”抓起

——再谈 CETC 循环学习模式与《荣德基三味组合·讲练测》

CETC 引起强烈反响

2004 年秋，荣德基老师首次将 CETC 学习方法在荣德教辅**点拔、典字、800、5·3**四大系列丛书中公开，随即受到了全国各地读者朋友的广泛关注与热烈欢迎，纷纷来信咨询并索要资料，荣德基老师在百忙之中也尽可能地给予了进一步的解答。很多读者来信表示，CETC 学习法让一直彷徨于效率与方法之间的他们找到了最佳答案，不会再对着糟糕的成绩垂头丧气，不会再为如何提高成绩而显得手足无措，更不会再在取得好成绩之后便沾沾自喜，从而止步不前。因为，CETC 就是要让同学们知道，不管成绩是理想还是糟糕，结果都只有一个，那就是每个人都还存在着自己的差距，只不过这个差距有的表现明显，有的表现细微；有的属于基础，有的归于能力。所以同学们不用再去想分数，想名次，你只要找到自己的差距，思考并消灭这个差距，就是你学习的最佳方法，就会达到最佳学习效果。这就是 CETC，引领同学们从“差距”抓起。

CETC 受欢迎的原因

▶ 差距理论独树一帜

C——comprehension：理解吸收。主要针对听课环节。在听课和理解巩固知识的过程中的疏漏和疑惑就是这一环节中存在的差距。

E——exercise：实践巩固。主要针对课后练习环节。在做课后练习题的过程中，即在知识应用的过程中，不能解答或解答错误的问题就是“练”这一环节存在的差距，同时也检测了“听”这一环节的差距。

T——test：评估差距。主要针对测试环节。在阶段测试过程中丢分、失误或出现知识盲点，就是这一环节的差距。同时还包括答题技巧和方法的考查、训练，这也是学习上存在差距的地方。这个环节是对“听”和“练”环节总的检测。

C——countermeasure：应对措施。这是 CETC 整个循环中最关键的一环。针对一环扣一环检测出来的差距（即锁定差距），提出缩小差距、消灭差距的措施，最终实现零距离。

这种理论的实质和核心是要抓住学生在学习过程中（即在听课、练习、考试过程中）产生的差距，而不仅仅是分数。教师在教学中要关注和区别对待每个学生个体的不同差距，让学习中的每个环节都有目标，有方案，有效率。CETC 是荣德基老师总结多年教学经验的首创，是对提高教学质量独树一帜、别出心裁的探索。

▶ 实践操作性强，为学生指明了学习方向

同学们在学习过程中，往往因为不知从何入手而在犹豫中浪费了很多宝贵的学习时间，既没有效率，又打击了学习的信心。而应用 CETC 循环学习模式，则是对每个学习环节中的“差距”进行过滤，让你明确学习方向，正确选择学习方法、补救措施。以最快的速度、最少的时间找到并消灭学习中的差距，就实现了学习的最高效率。这也是大部分北大清华各科状元在总结学习经验中共同提出的一种学习方法和学习经验。对此，CETC 研究组推出的“荣德基 CETC 循环学习错题反思录”，就是具体地告诉大家应该怎样去处理差距，怎样实践操作 CETC 循环学习模式。这种学习方法不仅时刻在提醒着你要去学什么，还会提醒你应该怎么去学。让你的学习永远不会迷失方向。

▶ 帮助老师真正做到“因材施教”

可以说在每个学生的学习过程中，接触最密切的就是老师，因此对学生的学习情况最为了解

的也是老师。最好的老师就是要给学生最需要的知识和指导,让每一个学生都优秀。应用 CETC 循环学习模式,就可以让老师进一步了解每一个学生学习中存在的“差距”,总结自己教学中的“差距”,然后才会调整自己的教学理念和方法,更有重点、有侧重地加强知识点的强化和对每一位学生进行相应的学习指导。不让任何一个学生掉队,不让自己的教学出现任何一个盲点。

► 适应素质教育理念

把分数考查变为能力的培养是素质教育的一大亮点,虽然我们还是在为分数努力着,但最终要的是获取知识、吸收知识、应用知识的能力。这个能力体现在学习中就是学习知识的方法、应用知识的技巧和保持知识的策略,能找到解决问题最科学的方法并付诸实践就是能力。CETC 循环学习模式就是要引导大家用科学合理的方式方法获取并应用知识,不放过任何一个能力的盲区,全方位、全过程提高。素质教育不是放弃知识,放弃分数,一味要求能力,知识、分数是能力的载体和证明,因此,现在的素质教育就是要用能力去赢得分数。这也是 CETC 的信念。

2005 年秋季荣德基教辅对 CETC 的深化

CETC 学习法一推出就受到了同学们的喜爱,这给 CETC 研究组的工作人员带来了巨大的动力。通过对 CETC 学习法的深化研究,为了让老师和同学们更简单具体地进入到 CETC 循环学习模式中去,研究组成员接着推出了“荣德基 CETC 循环学习错题反思录”,融入荣德系列教辅丛书中的每一节、每一课的课后强化练习题、单元测试题、期中(末)测试题的后面,也就是说同学们每做完一套题,会发现自己的一些错误,而这自然是因为自己在掌握知识点和做题的方法技巧上还存在“差距”。“错题反思录”就是要让“差距”明示,记录解决方案,分析差距原因,指明以后的学习方向。你每做一套题,就会明确一次学习目标,不断如此,你的学习会达到最高效率。然后,把你用过的荣德教辅图书保留下来,到期中(末)、中(高)考复习时集中到一起,其中的“错题反思录”就是你最综合、最重要、最需要强化复习的知识点。这是 CETC 研究组对读者朋友们的奉献。

《荣德基“三味组合·讲练测”》与 CETC

《荣德基“三味组合·讲练测”》是一个完整的 CETC 循环学习模式。“讲”即是 C,双基讲练正是要帮助同学们理解吸收初步接收到的知识,它采用先进的左右双栏对照排版模式,集中体现了 CETC 循环学习模式的精神,针对性训练则及时有效地帮你找到这一环节中的差距。“练”即是 E,以课时为单位、逐节练习的习题网将实际应用知识过程中的差距锁定。“测”即是 T,也就是同学们的自测评估,阶段性地对知识点和综合能力进行测试,从而锁定知识薄弱点(即差距)。最后的 C——“应对措施”自然就是“荣德基 CETC 循环学习错题反思录”,它将每一环节中锁定的差距进行记录、分析、解决、备案,到中(高)考复习时集中到一起,再进行最后一次大搜捕,不放过任何一个差距,让差距无限趋近于零。

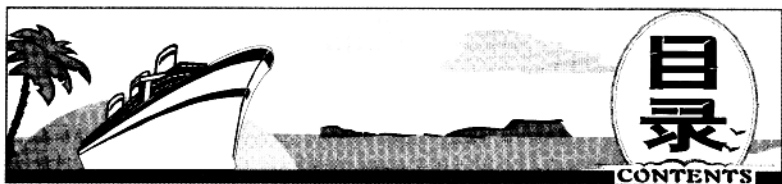
学习中应用《三味组合》,就是在进行 CETC 的一次又一次的循环,让你自主导入 CETC 循环学习模式,在不知不觉中提高学习效率,实现你心中的远大理想。

学习无止境,探索无尽头。CETC 循环学习模式还需要不断地开发、完善,如果读者朋友们在应用 CETC 模式的过程中有新发现、新建议,请联系我们!来信请寄:北京 100077—29 信箱, CETC 研究组收,邮编 100077。

读者朋友们如果需要邮购荣德基老师主编的各种教辅图书,免收邮资费,只需按书的定价汇款至:北京 100077—29 信箱,收款人:裴立武,邮编:100077。邮购电话:010—86991251。

使用说明:[N](难题);■(一题多解题);小手“☞”所指数字为答案所在页码。

2005 年 4 月



第一章 功和功率

第一节 机械功	1
第一课时	1
第二节 功和能	5
第二课时	5
第三节 功率	6
第三课时	6
第四节 人与机械(略)	9
全章复习	10

第二章 能的转化与守恒

第一节 动能的改变	12
第四课时	12
第二节 势能的变化	15
第五课时	15
第三节 能量守恒定律	19
第六课时	19
第四节 能源与可持续发展	25
第七课时	25
第八课时 习题课	27
全章复习	30

第三章 抛体运动

第一节 运动的合成与分解	33
第九课时	33
第二节 竖直方向上的抛体运动	37
第十课时	38
第三节 平抛运动	41
第十一课时	41

第四节 斜抛运动	45
第十二课时	45
全章复习	49

第四章 匀速圆周运动

第一节 匀速圆周运动快慢的描述	51
第十三课时	51
第二节 向心力与向心加速度	54
第三节 向心力的实例分析	54
第十四课时	54
第四节 离心运动	59
第十五课时	59
全章复习	61

第五章 万有引力定律及其应用

第一节 万有引力定律及引力常量的测定	63
第十六课时	63
第二节 万有引力定律的应用	66
第十七课时	66
第三节 人类对太空的不懈追求	71
第十八课时	71
全章复习	74

第六章 相对论与量子论初步

第一节 高速世界	76
第二节 量子世界	76
第十九课时	76
全章复习	81
参考答案及评析	82



第一章 功和功率

一、全章重难点提示 功的概念与计算是本章的核心内容,它是理解与应用动能定理的基础,同时也是理解功能关系的前提。在本章中,功率与力和速度的关系是重点,其中应用到了牛顿第二定律,在功率一节中,用机车的启动作为典例,充分研究了功率、力与速度的关系。

二、高考引路 高考中往往把功的计算和功率的有关知识渗透在计算题中,而且用的较多。

三、备用各科相关知识回顾 1. 机械效率的有关知识。2. 初中学过的有关功、功率的知识。3. 匀变速直线运动规律。

第一节 机械功

学法提示 以初中学过的功的知识为基础,结合力的正交分解法,理解当力的方向与位移的方向不一致时功的计算;要注意结合生活实际理解功的正、负的物理意义。

考纲要求 1. 理解功的概念,知道做功的两个要素。2. 会用功的公式进行有关计算。3. 理解正功和负功的概念,知道在什么情况下力做正功或负功。4. 能根据要求求出几个力对物体所做的总功。

第一课时

一、双基训练

知识点 1: 功的计算。

精讲: 如果一个物体受到力的作用,并且物体在力的方向上发生一段位移,就说这个力对物体做了机械功,简称功。

(1) 做功的两个要素

力和在力的方向上发生的位移,是做功的两个不可缺少的要素,如果力是作用在静止的物体上,或者虽然物体发生了位移,但位移的方向跟力的方向垂直(或者说在力的方向上没有位移),则力对物体不做功,如当物体沿固定斜面滑动时,斜面对物体的支持力就不做功。

(2) 功的计算

① 力对物体做功的三种基本形式如图 1-1-1 所示:(a) 当力 F 的方向与位移 s 的方向一致时,功 W 等于力和位移大小的乘积,即 $W = Fs$; (b) 当力 F 的方向与位移 s 的方向垂直时,物体在力的方向上没有发生位移,力对物体不做功,即 $W = 0$; (c) 当力 F 的方向与位移 s 的方向相反时,功的数值仍等于力和位移大小的乘积,但力对物体做负功,即 $W = -Fs$ 。

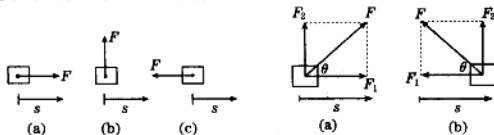


图 1-1-1

② 一般情况下功的计算

如果力 F 方向与位移 s 的方向不在一条直线上,此时可把力 F 按图 1-1-2 所示方法进行正交分解,由于分力 F_2 跟位移 s 的方向垂直,对物体不做功,所以力 F 对物体所做的功 W ,可以看成是跟位移在同一条直线上的分力 F_1 做的功,从而将问题转化为力对物体做功的三种基本形式进行处理。

图 1-1-2(a) 中,力 F 对物体所做的功为 $W = F_1 s = F s \cos \theta$ 。

图 1-1-2(b) 中,力 F 对物体所做的功为 $W = -F_1 s = -F s \cos \theta$ 。

在国际单位制中,功的单位是焦耳,简称焦,记为“J”。1J 等于 1N 的力使物体在力的方向上发生 1m 的位移时所做的功的大小。

【典例】 如图 1-1-3 所示,质量为 m 的物块随斜面体(倾角为 α)一起沿水平面向右匀速运动,在发生位移 s 的过程中,物块受到的各个力分别对它做了多少功?斜面对它做了多少功?

知识点 1 针对性训练:

1. 关于力对物体做功的说法中正确的是()

- A. 力作用在物体上,就一定对物体做功
- B. 只要物体通过了一段位移,就一定有力对物体做了功
- C. 只要物体受到力的作用,而且还通过了一段位移,则此力一定对物体做了功
- D. 物体受到力的作用,而且有位移发生,则力可能对物体做功,也可能没有做功

2. 如图 1-1-5 所示,一个人用与水平方向成 60° 角的力 $F = 40\text{N}$ 拉一木箱,在水平地面上沿直线匀速前进 8m,求:

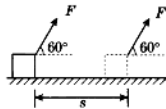


图 1-1-5

- (1) 拉力 F 对木箱所做的功;
- (2) 摩擦力对木箱所做的功;
- (3) 合力对木箱所做的功。

解:物块受力如图 1-1-4 所示,由平衡条件,得 $f_{\text{B}} = mgs \sin \alpha$, $N = mg \cos \alpha$.

分别将摩擦力 f_{B} 和斜面对物体的支持力 N 沿水平方向和竖直方向正交分解,由于物块沿竖直方向没有位移,所以物块受到的重力 mg 以及 f_{B} 与 N 沿竖直方向上的分力均不做功,由此得到 $W_G = 0$, $W_{f_{\text{B}}} = f_{\text{B}} \cos \alpha \cdot s = mg \sin \alpha \cos \alpha$, $W_N = -N \sin \alpha \cdot s = -mg \sin \alpha \cos \alpha$.

斜面对物块的作用力 F 是指 f_{B} 与 N 的合力,由平衡条件知,力 F 跟物块受到的重力 mg 等大反向,这就是说,在力 F 的方向上物块也没有位移,即 $W_F = 0$.

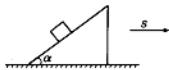


图 1-1-3

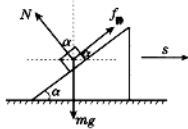


图 1-1-4

评析:本题综合考查了物体的平衡条件,斜面对物体的作用力以及一般情况下的计算等知识,充分理解本题对理解功的概念是很有帮助的。

知识点 2:关于对物体做功的几点说明。

精讲:(1)如果一个力始终与物体运动的方向垂直,则这个力对物体不做功。如,当物体沿固定曲面滑动时,曲面对物体的支持力不做功;做圆周运动的物体受到的向心力不做功等等。

(2)力和位移都是矢量,但力对物体所做的功却是标量。功的正、负不表示方向,而表示力对物体做功的某种效果。如果力 F 与位移 s 的方向所成的夹角小于 90° ,力对物体做正功,这样的力对物体的运动来说是动力,其作用效果是使物体的速度增加(即能量增加);反之,如果力 F 与位移 s 的方向所成的夹角大于 90° ,力对物体做负功,这样的力对物体的运动来说是阻力,其作用效果是使物体的速度减小(即能量减小);显然,如果力 F 和位移 s 的方向垂直,由于力对物体不做功,这样的力不改变物体运动速度的大小,而只能改变物体速度的方向。

(3)一个力对物体做负功,往往说成是物体克服这个力做功(取正值),例如,既可以说某个力对物体做了 -8J 的功,也可以说物体克服了这个力做了 8J 的功,这两种说法在意义上是等价的。

(4)用表达式 $W = Fs$ 计算功时,位移 s 是以地面为参考系的。图 1-1-6 中,从物块刚被放到传送带上到相对传送带停止滑动的过程中,物块一直受到如图所示的滑动摩擦力的作用,并且相对地面发生了位移 s 。这期间,无论传送带传送的距离(大于物块的位移 s)多大,摩擦力对物块所做的功均为 $W = Fs = \mu mgs$ 。

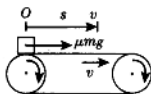


图 1-1-6

(5)虽然作用力与反作用力总是大小相等、方向相反、分别作用在两个不同的物体上,但由于两个物体各自运动的独立性,它们通过的位移不一定等大反向,所以作用力与反作用力所做的功并不存在某种必然的联系;它们做功的数值不一定相等,也不一定是一正一负。如:将两个带有同种电荷的金属小球中的一个固定,让另一个在相互间排斥力的作用下向远处运动,这时,虽然作用在运动小球上的电荷力做正功,但作用在静止小球上的反作用力却不做功。

(6)学习摩擦力时我们已经知道,摩擦力(包括滑动摩擦力和静摩擦力)对物体的运动来说可以是动力也可以是阻力。这就是说,摩擦力可能对物体做正功也可能做负功。在匀速圆周运动中,如果由静摩擦力提供向心力,则静摩擦力对物体不做功。

(7)如果对物体做功的力是恒力,如物体受到重力或者其他恒定外力的作用,则力对物体所做的功与物体运动的路径无关,而只跟物体运动的始末位置

知识点 2 针对性训练:

3. 下列关于摩擦力做功的说法中不正确的是()

- A. 滑动摩擦力阻碍物体的相对运动,一定做负功
- B. 静摩擦力起着阻碍物体相对运动趋势的作用,一定不做功
- C. 静摩擦力和滑动摩擦力一定都做负功
- D. 系统内相互作用的两物体间的一对摩擦力做功的总和等于零

4. 在水平粗糙地面上,使同一物体由静止开始做匀加速直线运动,第一次用斜向上的拉力,第二次用斜向下的推力,两次力的作用线与水平方向的夹角相同,力的大小也相同,位移大小也相同,则()

- A. 力 F 对物体做的功相同,合力对物体做的总功也相同
- B. 力 F 对物体做的功相同,合力对物体做的总功不相同
- C. 力 F 对物体做的功不相同,合力对物体做的总功相同
- D. 力 F 对物体做的功不相同,合力对物体做的总功也不相同



有关。求恒力对物体所做的功时,可以先根据力 F 与位移 s 的方向关系判断出功的正负,再计算力和物体在力的方向上发生的位移的乘积,从而得到做功的数值。图 1-1-7 中,先用长度为 l 的细绳将小球竖直悬挂起来,再对小球施加水平恒力 F ,小球从位置 A 运动到位置 B ,在此过程中,力 F 对物体所做的功为 $W = Fl \sin \theta$ 。

(8) 如果对物体做功的力是变力,则用公式 $W = Fs$ 求功时,式中的 F 应理解为在位移 s 上的平均值,由于平均力在一般情况下难以直接确定,所以在实际应用中,往往不能直接用公式 $W = Fs$ 来求变力的功,而是利用功与能量转化的关系,通过力对物体做功的效果来得到功的数值。

(9) 当物体在几个恒力的共同作用下发生一段位移时,这几个力对物体所做的总功,等于这几个力的合力对物体所做的功,也等于各个力分别对物体所做的功的代数和。实际中,究竟采用哪种方法求总功,要视问题的具体情况而定。

(10) 摩擦力对物体做功的一个有用的结论:如果物体仅在重力、支持力和滑动摩擦力的作用下沿固定斜面自由滑动,则物体克服摩擦力所做的功,数值上等于物体与斜面间的动摩擦因数 μ 、物体受到的重力 mg 以及物体位移的水平分量 x 三者的乘积,即 $W_f = \mu mgx$ 。

图 1-1-8 中,当物块沿斜面向下发生位移 s 时,滑动摩擦力对物块所做的功为 $W_f = -\mu Ns = -\mu mg \cos \theta \cdot s = -\mu mgx$ 。

显然,当物体沿斜面向上发生位移 s 时,滑动摩擦力所做的功也有相同的结论。

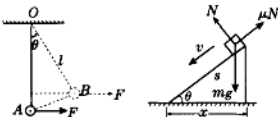


图 1-1-7

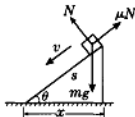


图 1-1-8

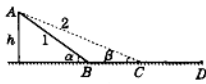


图 1-1-9

【典例】图 1-1-9 中,物块跟斜面 1、2 以及跟水平面之间的动摩擦因数均相等。现使物块从 A 点由静止开始沿斜面 1 滑下,到它通过水平面上的 D 点时,物块克服摩擦力所做的功为 W_1 ;若使物块从 A 点由静止沿斜面 2 滑下,到 D 点时,物块克服摩擦力做功为 W_2 ,则()

- A. $W_1 < W_2$ B. $W_1 = W_2$ C. $W_1 > W_2$ D. 无法确定

解: B 评析: 设想在 A 、 D 间有一个倾角为 θ 的斜面 AE , 如图 1-1-10 所示, 当物块沿斜面从 A 点运动到 E 点时, 克服摩擦力做功为 $W_1 = \mu mgx_1$; 当物块沿水平面从 E 点运动到 D 点时, 克服摩擦力做功为 $W_2 = \mu mgx_2$, 整个过程中, 物块克服摩擦力做功为 $W = W_1 + W_2 = \mu mg(x_1 + x_2) = \mu mgx$ 。上式表明: 整个过程中物块克服摩擦力所做的功与斜面的倾角 θ 无关, 故 B 正确。

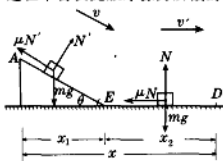


图 1-1-10

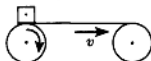


图 1-1-12

二、综合题训练

【典例】如图 1-1-12 所示, 水平传送带左右两端相距 $d = 12\text{m}$, 在动力装置的带动下, 传送带始终以 $v = 6\text{m/s}$ 的速度运动着。今在左轮轴的正上方, 将一质量为 $m = 2\text{kg}$ 的工件轻轻放到传送带上, 已知工件与传送带间的动摩擦因数 $\mu = 0.2$, 在工件被传送的整个过程中, 传送带对工件的滑动摩擦力做了

5. 如图 1-1-11 所示, 一物体分别沿 AO 、 BO 轨道的顶端由静止滑到底端, 物体与轨道间的动摩擦因数相同, 物体克服摩擦力做功分别为 W_1 和 W_2 , 则()

- A. $W_1 > W_2$
B. $W_1 = W_2$
C. $W_1 < W_2$
D. 无法比较

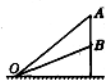


图 1-1-11

综合题针对性训练:

6. 如图 1-1-13 所示, 一个质量为 1kg 的物体, 受到一个与路面保持平行的力 F 的作用, 沿着路径 abc 跨过一座

多少功? (g 取 10 m/s^2)

解: 工件刚被放到传送带上时,速度为零,此时工件受到与传送带运动方向相同的滑动摩擦力的作用,由牛顿第二定律得 $f = \mu mg = ma$,解得 $a = \mu g = 0.2 \times 10 \text{ m/s}^2 = 2 \text{ m/s}^2$ 。

设经时间 t_1 ,工件相对传送带停止滑动,则 $v = at_1$,解得 $t_1 = \frac{v}{a} = \frac{6}{2} \text{ s} = 3 \text{ s}$ 。

这段时间内,工件相对地面发生的位移为 $s_1 = \frac{0+v}{2} t_1 = \frac{0+6}{2} \times 3 \text{ m} = 9 \text{ m}$ 。

传送带对工件的滑动摩擦力所做的功为 $W = f s_1 = \mu mg s_1 = 0.2 \times 2 \times 10 \times 9 \text{ J} = 36 \text{ J}$ 。

评析: 在上述解题过程中,传送带左右两端的距离 $d = 12 \text{ m}$ 似乎是一个多余的数据,其实不然,如果到工件相对传送带静止时,其位移 $s_1 > d = 12 \text{ m}$,那就意味着即使工件最终被输送到传送带的右端,也未能达到与传送带相同的速度,也就是说,滑动摩擦力会一直发生作用,直到工件被输送到传送带的右端,此时,传送带对工件的滑动摩擦力所做的功就等于 $\mu mg d$,而不再是 $\mu mg s_1$ 了。

三、题法揭示

【典例】 如图 1-1-14 所示,用 F 拉动细绳使物体沿水平桌面发生位移 s 。已知力 F 与水平方向所成的夹角为 θ ,求力 F 所做的功。

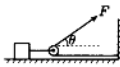


图 1-1-14

解: 通过滑轮用力 F 拉动物体发生位移 s 。对物体而言,等效于受到了两根细绳的作用:一根细绳中的力等于 F ,方向水平向右;另一根细绳中的力的大小也为 F ,但方向与水平成 θ 角,如图 1-1-15 所示。故拉力 F 对物体所做的功为 $W = W_1 + W_2 = F s + F \cos \theta \cdot s = F s (1 + \cos \theta)$ 。

评析: 严格地说,功的定义式中的位移 s 指的是力的作用点相对地面发生的位移,本题中随着物体的运动,力 F 作用在细绳上的作用点的运动是较为复杂的,如果直接用定义式求力 F 的功,解答起来会较为困难。上述解法的妙处就在于采用了等效代替的方法,这也是物理学研究的基本方法之一。

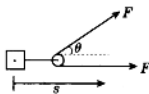


图 1-1-15

四、高考题识练

【典例】 (1998, 全国) 两个底面积都是 S 的圆桶,中间有管道连接并用阀门 K 隔开,放在同一水平面上,桶内装满水,水面高度分别是 h_1 和 h_2 ,且 $h_1 > h_2$,如图 1-1-17 所示,现在把连接两桶的阀门 K 打开,最后两桶中水的高度相同。设水的密度为 ρ ,问这一过程中水的重力做功多少?

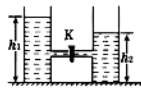


图 1-1-17

解: 打开阀门 K ,稳定后,左右两圆桶中水平面高度相平。比较始末状态,相当于把左桶中高度为 $\Delta h = \frac{h_1 - h_2}{2}$ 的水移到了右桶中(图 1-1-18 中阴影部分)。

左桶中 Δh 高度的水受到的重力为 $G = \Delta m \cdot g = \rho S \Delta h g = \rho S g \frac{h_1 - h_2}{2}$,把这部分水搬到右桶中,下降的高

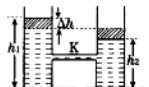


图 1-1-18

度为(在重力方向上发生的位移) $\Delta h = \frac{h_1 - h_2}{2}$ 。重力所做的功为 $W_G = G \Delta h =$

$$\frac{1}{4} \rho S g (h_1 - h_2)^2。$$

评析: 求解本题时,如果过分关注两筒中水流动的细节,反而不利于抓住问题的本质。上述解法中,通过始末状态的比较,发现“相当于把左桶中 Δh 高度的水移到右桶中”,立刻使物理模型变得清晰起来。

小山,物体通过全程的速率保持恒定,物体与路面的摩擦力为 2.6 N ,则力 F 把物体从 a 移到 c 所做的总功为多少? (g 取 10 N/kg)

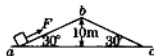


图 1-1-13

妙法针对性训练:

7. 如图 1-1-16 所示,长度为 l 、质量为 m 的均匀绳,一段置于水平的光滑桌面上,另一段垂于桌面下,长度为 a ,当绳下滑到全部离开桌面时,求重力所做的功。

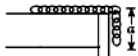


图 1-1-16

高考题针对性训练:

8. (2003, 科研测试题, 4 分) 如图 1-1-19 所示,爱斯基摩人和狗都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 1-1-19



学法提示 在初中所学功的原理的知识基础上,进一步深入理解 $W_{\text{输入}} = W_{\text{有用}} + W_{\text{额外}}$ 的正确含义,并联系实际机械应用,理解功和能之间的正确关系。

考纲要求 理解功的原理,能利用功的原理分析有关机械能的实际问题,能说明功是能量转化的量度,会用能量的观点分析问题和解决问题。



第二课时

一、双基训练

知识点 1: 功的原理。

精讲:“功的原理”也称为“机械功原理”,表述为:使用任何机械时,动力对机械所做的功总是等于机械克服阻力所做的功。也就说利用任何机械都不能省功。

理解:(1)动力功 $W_{\text{动}}$, 又称输入功或总功。阻力功 $W_{\text{阻}}$, 包括克服有用阻力所做的 $W_{\text{有用}}$ (又称输出功)和克服额外阻力所做的 $W_{\text{额外}}$ (又称损失功), 即 $W_{\text{动}} = W_{\text{阻}} = W_{\text{有用}} + W_{\text{额外}}$, 也可写成 $W_{\text{输入}} = W_{\text{输出}} + W_{\text{损失}}$ 。

(2)机械功原理是机械做功的基本规律。要省力就要多移动距离, 要少移动距离就要多用力, 使用任何机械都不能省功。

(3)在机械做功过程中, 只有在不存在额外阻力的理想情况下, 有用功才等于总功, 效率为 100%, 事实上, 必然存在额外阻力, 效率一定小于 100%, 也就是说, 使用任何机械, 在实际情况下总是费功的。只有在理想情况下, $W_{\text{有用}}(W_{\text{输出}}) = W_{\text{总}}$ 。

(4)从本质上讲, 做功机械都是传递能量实现能量转化的机械部件。机械做功只能将能量从一个地方或一个部位传递到另一个地方或另一个部位; 或者将一种形式的能量转化为另一种形式的能量, 绝不能产生能量或吞噬能量。功的原理实际上是能量守恒和转化定律的必然推论, 是能量守恒与转化定律对于做功的一种具体表述方式。

【典例】 使用动滑轮可以省_____。某同学按如图 1-2-1 所示的方法使用铁锹, 可以省_____。使用动滑轮和铁锹都_____省功。

解: 力; 距离; 不 **评析:** 动滑轮实质是动力臂等于阻力臂二倍的杠杆, 使用动滑轮可以省一半力(在不考虑摩擦的情况下), 但要费 2 倍的距离, 而图中的铁锹用法中, F_1 的力臂大于 F_2 的力臂, 属于费力杠杆, 但可以省距离。由机械功原理可知使用它们都不省功。

知识点 2: 功的原理的应用——斜面。

精讲: 斜面是一种典型的简单机械。如图 1-2-2

利用斜面把重物匀速推到高处时, $W_{\text{总}} = F \cdot l$, 若斜面光滑 $W_{\text{总}} = F \cdot l = Gh$, $F = G \cdot \frac{h}{l} = G \sin \theta$; 若斜面不光滑, 设物体所受斜面的摩擦力为 f , 则 $W_{\text{总}} = W_{\text{有用}} + W_{\text{额外}}$, 其中 $W_{\text{有用}} = Gh$, $W_{\text{额外}} = f \cdot l$, 即 $F l = Gh + f \cdot l$, $F = Gh/l + f$

$= G \sin \theta + f$ 。

【典例】 斜面长 10m, 高 2m, 把重 5000N 物体匀速地从斜面底端拉到顶端, 求: (1) 若不计摩擦力, 要用多大的拉力? (2) 若摩擦力为 200N 时, 实际拉力所做功应为多大?

解: (1) 若不计摩擦, 拉力应为 $F = Gh/l = 5000 \times 2/10 \text{N} = 1000 \text{N}$ 。

(2) 不计摩擦时, 拉力所做的有用功 $W_{\text{有用}} = Gh = 5000 \times 2 \text{J} = 10^4 \text{J}$ 。考虑摩擦力为 200N 时, 需要克服摩擦力所做的功为 $W_{\text{额外}} = f \cdot l = 200 \times 10 \text{J} = 2 \times 10^3 \text{J}$, 实际拉力所做的功 $W_{\text{总}} = W_{\text{有用}} + W_{\text{额外}} = 10^4 \text{J} + 2 \times 10^3 \text{J} = 1.2 \times 10^4 \text{J}$ 。

知识点 1 针对性训练:

- 关于功的原理, 下列说法中正确的是()
 - 如果考虑摩擦和机械自身的重力, 功的原理就不适用了
 - 如果一个机械省力, 另一个机械省距离, 把这两个机械组合起来的装置可以既省力又省距离
 - 实际中, 利用机械所做的功, 一定大于不用机械直接用手做的功
 - 使用任何机械都不能既省力同时又省距离



图 1-2-1



图 1-2-2

知识点 2 针对性训练:

- 若将同一物体分别沿如图 1-2-3 所示的 AB、AC、AD 三个光滑斜面从底端匀速拉到顶端, 做功分别为 W_1 、 W_2 、 W_3 , 拉力分别为 F_1 、 F_2 、 F_3 , 则()
 - $F_1 < F_2 < F_3$, $W_1 = W_2 = W_3$
 - $F_1 = F_2 = F_3$, $W_1 > W_2 > W_3$
 - $F_1 > F_2 > F_3$, $W_1 = W_2 = W_3$
 - $F_1 = F_2 > F_3$, $W_1 < W_2 < W_3$

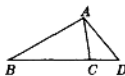


图 1-2-3



知识点3:做功和能的转化。

精讲:如果一个物体能够对别的物体做功,我们就说这个物体具有能量。能有多种形式,比如:动能、势能、内能、电能、化学能等,物体对别的物体做功,其本身的能量减小,别的物体能量增加,物体对别的物体做了多少功,就有多少能量发生了转移或转化。

【典例】某同学把一桶水匀速地在一楼提到三楼的过程中,下列说法中正确的是()

- A. 水的动能不变 B. 水的势能不变
C. 水的动能和势能都不变 D. 水的机械能不变

解:A **评析:**同学从一楼匀速地提水到三楼的过程中,所用力的方向向上,而水桶在竖直方向上移动了距离,则同学对水桶做了功,水桶的速度及质量没变,则动能不变,水桶的高度变了,它的重力势能增大,机械能增大,故选A。

二、综合题训练

【典例】如图1-2-4所示,斜面与水平面的夹角为 30° ,某人用 $F=300\text{N}$ 的作用力沿斜面推动 450N 的物体,物体以 1.5m/s 的速度匀速运动 4s ,依据提供的已知条件,提出三个有关功和能的问题并写出求解过程。

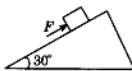


图 1-2-4

解:提出问题:(1)此人所做的功是多少?(2)物体所受斜面的摩擦力是多大?(3)物体的能量如何改变?

解:(1)物体在 4s 内移动距离, $s=vt=1.5\text{m/s}\times 4\text{s}=6\text{m}$,此人所做的功为 $W_{\text{总}}=Fs=300\times 6\text{J}=1800\text{J}$ 。(2) $W_{\text{有用}}=G\cdot h=G\cdot \sin\theta\cdot s=450\times \sin 30^\circ\times 6\text{J}=1350\text{J}$, $W_{\text{摩擦}}=W_{\text{总}}-W_{\text{有用}}=1800\text{J}-1350\text{J}=450\text{J}$,物体所受的摩擦力 $f=W_{\text{摩擦}}/s=450\text{J}\div 6\text{m}=75\text{N}$ 。(3)由于人对物体做功,有用部分转化为物体重力势能,物体的重力势能增加,物体和斜面间存在摩擦力,摩擦力做负功,使物体的内能增加。

评析:此题是综合型题,所提出的问题可简单可复杂,具有一定的灵活性。

第三节 功率

学法提示 学习本节,要在回顾初中学过的功率有关知识的基础上,进一步理解功率的定义,掌握功率的定义式和物理意义,正确区分不同的功率计算公式 $P=W/t$ 与 $P=F\cdot v$ 的不同意义、用法。本节的重点是功率的定义及计算,难点是几种功率的区分、 $P=F\cdot v$ 中 F 与 v 的方向关系及机车两类启动问题的正确处理。学习时,要特别注意 $P=F\cdot v$ 中 F 与 v 的方向关系,弄清机车两类启动问题的不同物理过程,最好能通过对比来加深理解和记忆。

考纲要求 要理解功率、额定功率与实际功率的确切含义及与其他知识的联系,能够对功率及其两个公式进行叙述和解释,并能在实际问题的分析、综合、推理和判断等过程中运用。如汽车的两类启动中牵引力、速度及功率变化情况的分析。本节是高考的一个热点,题型灵活,能力要求较高。

第三课时

一、双基训练

(一)基本知识训练

知识点1:功率。

精讲:功 W 跟完成这些功所用时间 t 的比值,叫做功率。功率用 P 表示,它是用来描述物体做功快慢的物理量。其定义式为 $P=W/t$,功率的单位是瓦特,简称瓦,符号是 W 。工程技术上常用千瓦(kW)作为功率的单位, $1\text{kW}=1000\text{W}$ 。

【典例】一个质量是 1.0kg 的物体,从地面上方 20m 高处开始做自由落体运动,求第 1s 内和前 2s 内重力对物体做功的功率各是多大?(g 取 10m/s^2)

解:因为物体做自由落体运动,由自由落体运动规律知,物体在第 1s 内下落的高度为: $x_1=\frac{1}{2}gt_1^2=\frac{1}{2}\times 10\times 1^2\text{m}=5\text{m}$,

重力做的功为: $W_G=mgx_1=1\times 10\times 5\text{J}=50\text{J}$,

则重力的功率为: $P_1=\frac{W_G}{t_1}=\frac{50}{1}\text{W}=50\text{W}$ 。

知识点3针对性训练:

3.下列事例中,利用做功改变物体内能的是()

- A. 用酒精灯加热烧杯中的水
B. 冬天室内使用暖气取暖
C. 用锯锯木板,锯条发热
D. 盆中的热水温度逐渐降低

综合题针对性训练:

4.如图1-2-5所示,一重物在力 F 的作用下,以 0.4m/s 的速度,在水平面内做匀速直线运动,此时弹簧测力计的示数为 1.5N ,则拉力 F 在 2s 内至少做多少功?

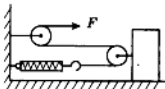


图 1-2-5

知识点1针对性训练:

1. 质量为 $m=5.0\text{kg}$ 的物体,以 10m/s 的速度水平抛出。求抛出后第 1s 内重力做功的平均功率。(取 10m/s^2)



物体前 2s 内下落的高度为: $x_2 = \frac{1}{2}gt_2^2 = \frac{1}{2} \times 10 \times 2^2 \text{m} = 20\text{m}$,

重力做的功为: $W_G = mgx_2 = 1 \times 10 \times 20 \text{J} = 200\text{J}$,

则重力的功率为: $P_2 = \frac{W_G}{t_2} = \frac{200}{2} \text{W} = 100\text{W}$.

评析:本题要求解第 1s 内和前 2s 内重力的功率,实际上求的是平均功率,要用公式 $P = \frac{W}{t}$ 来求解.

知识点 2: 功率与速度.

精讲:根据 $W = FL \cdot \cos\alpha$ 和 $P = \frac{W}{t}$ 可得:

$$P = \frac{W}{t} = \frac{FL \cdot \cos\alpha}{t} = Fv \cdot \cos\alpha.$$

当 F 与 v 同向时,有 $P = Fv$,即一个力对物体做功的功率等于这个力与受力物体运动速度的乘积.

【典例】设飞机飞行中所受阻力与速度的平方成正比,如果飞机以速度 v 匀速飞行,其发动机功率为 P ,则当飞机以速度 $2v$ 飞行时,其发动机的功率为多少?

解:由题意知,飞机所受阻力与速度的平方成正比,设 $f = kv^2$.

根据功率与速度的关系,可知 $P = Fv$.

当飞机匀速飞行时,所受合外力为零,即 $F = f$.

所以,当速度为 v 时,有 $P = Fv = kv^2 \cdot v = kv^3$.

当速度为 $2v$ 时,有 $P' = F' \cdot v' = k(2v)^2 \cdot (2v) = 8kv^3 = 8P$,

即发动机的功率变为 $8P$.

评析:本题综合考查了功率与速度的关系及平衡条件.弄清匀速飞行时牵引力与阻力相平衡,以及按照题意正确表示出阻力与速度的关系是解题的关键.

知识点 3: 额定功率和实际功率.

精讲:(1)额定功率:是指机器长时间正常工作时的最大输出功率,一个动力机器的额定功率是一定的,额定功率是动力机器的重要性能指标.

(2)实际功率:是指机器实际工作时输出的功率,也就是发动机的牵引力做功的功率.一般情况下,实际功率要小于或等于额定功率,如果长时间大于额定功率,机器就会损坏.

【典例】质量为 $m = 4.0 \times 10^3 \text{kg}$ 的汽车,发动机的额定功率为 $P = 40 \text{kW}$,行驶时所受阻力 $F_{阻} = 2.0 \times 10^3 \text{N}$,求当汽车以 $v = 10 \text{m/s}$ 的速度匀速行驶时,汽车发动机的实际功率是多少?该汽车匀速行驶时的最大速度是多少?

解:当汽车以 $v = 10 \text{m/s}$ 的速度匀速行驶时,由平衡条件知:

$$F = F_{阻} = 2.0 \times 10^3 \text{N}.$$

根据 $P = Fv$ 可得,此时汽车的实际功率为:

$$P_{实} = Fv = 2.0 \times 10^3 \times 10 \text{W} = 20 \text{kW}.$$

由 $P = Fv$ 知, $v = \frac{P}{F}$,匀速行驶时, $F = F_{阻} = 2.0 \times 10^3 \text{N}$ 为定值,要使 v 最大,就需要 P 最大即等于额定功率,故匀速行驶的最大速度为:

$$v = \frac{P}{F} = \frac{P}{F_{阻}} = \frac{40 \times 10^3}{2.0 \times 10^3} \text{m/s} = 20 \text{m/s}.$$

评析:发动机的额定功率是其长期正常工作时最大的输出功率,实际工作中,根据需要,实际功率不一定等于额定功率,可以小于额定功率但不能大于额定功率.

(二)基本能力讲练

能力点 1: 根据功率的公式,对汽车的两类启动过程中各量的变化情况进行分析和推理.

精讲:(1)汽车以恒定的功率启动:根据 $P = Fv$, P 恒定不变, v 增大,则 F 减小;当阻力不变时,合外力变小,由牛顿第二定律知,汽车的加速度变小,速度增大的慢了,但速度仍在增大, F 继续减小,加速度继续减小.当加速度减小到零时,速度不再变化,牵引力不再变化,汽车将以某一速度做匀速运动.总而言之,汽车由静止开始做加速度逐渐减

知识点 2 针对性训练:

2. 设河水阻力跟船的速度成正比,若船匀速航行的速度变为原来的 3 倍,求船的功率将变为原来的多少倍?

知识点 3 针对性训练:

3. 质量为 $m = 6.0 \times 10^3 \text{kg}$ 的汽车,发动机的额定功率为 $P = 60 \text{kW}$,该汽车匀速行驶时的最大速度是 $v_m = 20 \text{m/s}$,求汽车行驶时所受阻力是多少?当汽车以 $v = 15 \text{m/s}$ 的速度匀速行驶时,汽车发动机的实际功率是多少?

能力点 1 针对性训练:

4. 质量是 5t 的汽车,额定功率是 $P = 50 \text{kW}$,在水平路面上保持额定功率不变,由静止开始启

小、速度逐渐增大的变加速直线运动,匀速运动的速度是整个运动过程中的最大速度。

(2)汽车以恒定的加速度启动:则有 $v=at$, 根据 $P=Fv$, $F-f=ma$, 故有 $P=Fv=(f+ma)at$, 因为 f, m, a 一定, 所以 $P \propto t$, 随着 t 的增大, 功率 P 增大。当 P 增大到额定功率时, 功率保持不变, 牵引力减小, 加速度减小, 速度继续增大, 直到加速度减小到零, 汽车将做匀速运动。

【典例】 质量是 $5t$ 的汽车, 额定功率是 $P_{\text{额}}=50kW$, 在水平路面上由静止开始以加速度 $a=2.0m/s^2$ 做匀加速直线运动, 所受阻力是 $1.0 \times 10^4 N$, 求汽车启动后第 $1s$ 末汽车发动机的瞬时功率是多少? 汽车做匀加速运动的最大速度是多少?

解: 物体受重力、支持力、牵引力与阻力作用, 由牛顿第二定律知:

$$F-F_{\text{阻}}=ma, F=F_{\text{阻}}+ma=(1.0 \times 10^4+5000 \times 2)N=1.1 \times 10^4 N.$$

由运动学公式知, 第 $1s$ 末汽车的速度为: $v=at=2 \times 1m/s=2m/s$, 所以汽车发动机在第 $1s$ 末的瞬时功率为: $P=Fv=1.1 \times 10^4 \times 2W=22kW$ 。

当汽车做匀加速直线运动时, 牵引力与阻力都不变, 速度增大, 故实际功率增大。当汽车的实际功率增大到额定功率时, 达到匀加速运动的最大速度 v_m , 则 $v_m = \frac{P_{\text{额}}}{F} =$

$$\frac{P_{\text{额}}}{F_{\text{阻}}+ma} = \frac{50000}{1.1 \times 10^4} m/s = 4.55m/s.$$

评析: 处理汽车启动问题, 一定要弄清是哪一种启动方式, 是功率不变还是加速度不变, 然后按照各自的规律求解。要注意匀加速运动的最大速度与匀速运动最大速度的不同。

二、综合题训练

【典例】 如图 1-3-1 所示, 位于水平面上的物体 A 的质量 $m=5kg$, 在 $F=10N$ 的水平拉力作用下由静止开始向右运动, 位移为 $s=36m$ 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 $g=10m/s^2$)

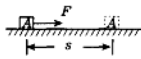


图 1-3-1

(1) 水平面光滑时;

(2) 物体与水平面间的动摩擦因数 $\mu=0.15$ 。

所考知识点提示: 本题考知识点 1 和牛顿第二定律运动学公式。

解: 因为在两种情况下, 力 F 相同, 位移相同, 力与位移的夹角也相同, 故力 F 做的功相同。由 $W=Fscos\alpha$ 得,

$$W=Fscos\alpha=10 \times 36 \times \cos 0^\circ J=360J.$$

由牛顿第二定律可得, 水平面光滑时: $a_1 = \frac{F}{m} = \frac{10}{5} m/s^2 = 2m/s^2$,

水平面粗糙时: $a_2 = \frac{F-F_{\text{阻}}}{m} = \frac{10-0.15 \times 5 \times 10}{5} m/s^2 = 0.5m/s^2$ 。

由运动学公式 $s = \frac{1}{2}at^2$, 可知 $t_1=6s, t_2=12s$,

所以两种情况下的平均功率分别为:

$$P_1 = \frac{W}{t_1} = \frac{360}{6} W = 60W, P_2 = \frac{W}{t_2} = \frac{360}{12} W = 30W.$$

评析: 公式 $P=W/t$ 只能用来求平均功率, 而 $P=Fv$ 既可求平均功率, 又可求瞬时功率。本题也可以先求出平均速度, 然后用 $\bar{P}=F\bar{v}$ 求出平均功率。

三、易错题训练

【典例】 物体 m 从倾角为 α 的固定光滑斜面由静止开始下滑, 斜面高为 h , 当物体滑至斜面底端时, 重力做功的瞬时功率为()

A. $mg \cdot \sqrt{2gh}$ B. $\frac{1}{2}mgsin\alpha \cdot \sqrt{2gh}$ C. $mgsin\alpha \cdot \sqrt{2gh}$ D. $mg \cdot \sqrt{2ghsin\alpha}$

错解一: 因为斜面是光滑斜面, 物体只受重力和支持力作用, 合力 $F_{\text{合}} = mgsin\alpha = ma$, 所以 $a = gsin\alpha$ 。斜面长为 $L = \frac{h}{sin\alpha}$ 。由运动学公式 $v^2 - v_0^2 = 2ax$ 得, 物体滑到斜面底端的速度大小为: $v = \sqrt{2ax} = \sqrt{2gsin\alpha \cdot \frac{h}{sin\alpha}} = \sqrt{2gh}$, 方向沿斜面向下。所以此

动, 所受阻力恒为 $2.0 \times 10^3 N$, 求汽车速度为 $10m/s$ 时, 汽车的加速度为多大? 汽车匀速行驶的最大速度是多少?

综合题针对性训练:

5. 如图 1-3-2 所示, 位于水平面上的物体 A , 在斜向上的恒定拉力 F 作用下, 正以 $v=2m/s$ 的速度向右做匀速直线运动。已知 F 的大小为 $100N$, 方向与速度 v 的夹角为 37° , 求:



图 1-3-2

(1) 拉力 F 对物体做功的功率是多大?
(2) 物体向右运动 $10s$ 的过程中, 拉力 F 对它做多少功?

易错题针对性训练:

6. 如图 1-3-3 所示, 两个质量相同的物体 A, B 沿倾角不同的光滑斜面从同一高度处由静止下滑, 已知 $\alpha < \beta$, 则两物体滑至斜面底端时重力功率的大小关系为()

时重力的瞬时功率为: $P = F \cdot v = mg \cdot \sqrt{2gh}$, 故选 A.

错解二: 物体沿斜面做 $v_0 = 0$ 的匀加速直线运动, 加速度 $a = g \sin \alpha$

设滑到斜面底端所用时间为 t , 由于 $L = \frac{h}{\sin \alpha}$, 则 $\frac{h}{\sin \alpha} = \frac{1}{2} a t^2$,

$$\text{解得 } t = \sqrt{\frac{2h}{a \sin \alpha}} = \sqrt{\frac{2h}{g \sin^2 \alpha}}$$

而重力做的功为: $W = mgh$,

$$\text{由 } P = \frac{W}{t} \text{ 知, 重力的功率为: } P = \frac{W}{t} = \frac{mgh}{\sqrt{\frac{2h}{g \sin^2 \alpha}}} = \frac{1}{2} m g \sin \alpha \cdot \sqrt{2gh}.$$

故选 B.

错因评析与误区提示: 错解一中错误的原因是没有注意到瞬时功率 $P = F v \cos \theta$. 只有 F 与 v 同向时, 瞬时功率才能等于 Fv , 而此题中重力与瞬时速度 v 不同向, 所以瞬时功率应乘上 F 和 v 夹角的余弦值.

错解二中错误的原因主要是对瞬时功率和平均功率的概念不清楚, 将平均功率当成瞬时功率.

正确解法: 因为是光滑斜面, 物体只受重力和支持力作用, 合力 $F_{\text{合}} = mg \sin \alpha = ma$, 所以 $a = g \sin \alpha$. 斜面长为 $L = \frac{h}{\sin \alpha}$. 由运动学公式 $v^2 - v_0^2 = 2ax$ 得, 物体滑到斜面底端的速度大小为: $v = \sqrt{2ax} = \sqrt{2g \sin \alpha \cdot \frac{h}{\sin \alpha}} = \sqrt{2gh}$, 方向沿斜面向下. 所以此时重力的瞬时功率为: $P = F v \cos \theta = mg \cdot \sqrt{2gh} \cdot \cos(90^\circ - \alpha) = mg \sin \alpha \cdot \sqrt{2gh}$, 故 C 正确. 选 C.

四、通题新题标题训练

探究性题

讲解: 功率涉及机车的两类启动问题, 可以运用功率的公式、牛顿第二定律和运动学公式加以探究.

【典例】 请你运用功率公式和牛顿第二定律, 从理论上探究: 当机车以恒定的功率启动时, 汽车的速度、加速度如何变化? 请大致画出其 $v-t$ 图象.

解: 汽车从静止开始, 保持牵引力的功率不变, 假设在运动过程中汽车所受的阻力 F' 也不变; 随着速度 v 的增加, 牵引力会减小, 加速度减小; 当 $F = F'$ 时, 加速度 $a = 0$, 此时速度最大, 且 $v_m = \frac{P}{F'}$; 以后以 v_m 做匀速直线运动, 这一过程的 $v-t$ 关系可由图 1-3-4 表示.

评析: 机车的启动过程中, 各量的变化情况是一个难点, 要综合用到功率公式、牛顿第二定律等. 分析时, 一定要注意各物理量间的制约关系.

五、高考题训练

【典例】 (2002, 广东, 4分) 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()

- 上升过程中克服重力做的功大于下降过程中重力做的功
- 上升过程中克服重力做的功等于下降过程中重力做的功
- 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的平均功率
- 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的平均功率

解: 小球上升和下降时位移的大小相等, 上升阶段小球克服重力做功和下降阶段重力做功相同. 上升过程合外力大于下降过程的合外力, 因此上升过程的加速度大于下降过程的加速度, 上升时间小于下降时间. 故正确答案为 B、C.

评析: 本题考查功和功率的概念. 由于空气阻力的大小正比于球的速度, 要根据受力情况进行推理, 因此本题考查利用运动学公式及牛顿运动定律进行推理的能力.

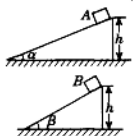


图 1-3-3

- $P_A > P_B$
- $P_A = P_B$
- $P_A < P_B$
- 无法确定

新课标针对性训练:

- 请你运用功率公式和牛顿第二定律, 从理论上探究: 当机车以恒定的加速度启动时, 从启动到达到最大速度的过程中, 发动机的功率、牵引力如何变化? 请大致画出其 $v-t$ 图象.

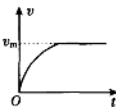


图 1-3-4

高考题针对性训练:

- (1998, 上海, 4分) 人的心脏每跳一次大约输送 $8 \times 10^{-5} \text{ m}^3$ 的血液, 正常人的血压(可看做心脏压送血液的压强)的平均值约为 $1.5 \times 10^4 \text{ Pa}$, 心跳每分钟 70 次, 据此估计心脏工作的平均功率为 _____ W.

全章复习

一、全章知识精细图

功和功率	{	1. 机械功	(1)定义 _____
			(2)公式 _____
			(3)正功 _____
			(4)负功 _____
		(5)功的特点 _____	
	2. 功和能	(1)机械功原理 _____	
		(2)做功和能的转化 _____	
	3. 功率	(1)概念 _____	
		(2)公式 _____	
		(3)应用 { ①当 P 一定时 _____	
		{ ②当 F_{\bullet} 一定时 _____	
	4. 人与机械	(1)机械效率 _____	
		(2)机械的使用 _____	

答案:

1. (1)力和在力的方向上位移的乘积

(2) $W = Fscos\alpha$

(3) 当 $\alpha < \frac{\pi}{2}$ 时, $cos\alpha > 0, W > 0$, 表示力对物体做正功

(4) 当 $\frac{\pi}{2} < \alpha \leq \pi$ 时, $cos\alpha < 0, W < 0$, 表示力对物体做负功

(5) 功是标量, 但功有正负, 功是过程量

2. (1) 使用任何机械时, 动力对机械所做的功总是等于机械克服阻力所做的功

3. (1) 功 W 跟完成这些功所用时间 t 的比值

(2) $P = W/t, P = Fv$

(3) ① 汽车以恒定的功率启动, 汽车由静止开始, 做加速度逐渐减小、速度逐渐增大的变加速直线运动, 匀速运动的速度是整个运动过程中的最大速度

② 汽车以恒定的加速度启动, 先做匀加速直线运动, 后做加速度逐渐减小、速度逐渐增大的变加速运动, 直到最后匀速运动

4. (1) $\eta = \frac{W_{有用}}{W_{总}} = \frac{P_{有用}}{P_{总}}$

二、全章好题妙解

1. 静止在光滑水平面上的物体受到一个水平拉力的作用, 该力随时间变化的关系如图 1-1 所示, 则下列结论正确的是 ()

A. 拉力在 2s 内的功不为零

B. 物体在 2s 内的位移不为零

C. 物体在 2s 末的速度为零

D. 以上说法都不正确

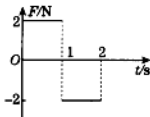


图 1-1

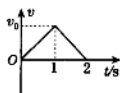


图 1-2

解: 由物体的受力可确定其 $v-t$ 图象, 如图 1-2 所示, 由图可知, 物体在 2s 内位移不为零, 故 B 正确; 物体在第 1s 内和第 2s 内位移相等, 而第 1s 内和第 2s 内拉力大小相等, 方向相反, 所以拉力在 2s 内做的功为零, A 错误; 物体在 2s 末速度为零, C 正确, 应选 B、C。

评析: 由受力情况确定运动情况, 再由功的定义确定拉力的做功情况。本题还可以根据功和能的关系判断, 即拉力做的功等于物体动能的变化量。

2. 某短跑运动员体重为 70kg, 起跑后用 $\frac{1}{7}$ s 跑出 1m 远, 在此时运动员具有 6.86kJ 的动能, 能量全部来自体内葡萄糖的有氧代谢:



获得上述动能, 运动员消耗的葡萄糖质量为多少?

解：运动员获得动能为葡萄糖有氧代谢释放的化学能转化而来，为此设消耗葡萄糖的质量为 x ，则有：



$$180\text{g} \qquad\qquad\qquad 2804\text{kJ}$$

$$x \qquad\qquad\qquad 6.86\text{kJ}$$

$$\frac{180}{x} = \frac{2804}{6.86}, \text{ 所以 } x = 0.44\text{g}.$$

评析：功是能量转化的量度，我们应通过不同形式能量相互转化的实例，理解“做功的过程就是能量转化的过程，能量的转化是通过做功来实现的”的确切含义，从而建立能量的思维观点。

3. 如图 1-3 所示，轻杆 OA 一端固定在光滑的铰链上，另一端固定着一个质量为 m 的小球，杆长为 L 。开始时杆处于竖直方向，现在杆的中点施加一个水平向右的恒力 F ，经 t 时间杆转动到与竖直线成 α 角，此时小球的速度为 v ，由下列说法中正确的是（ ）

- A. 此时刻拉力 F 的即时功率为 $(Fvcos\alpha)/2$
 B. 此时刻拉力 F 的即时功率为 $Fv/2$
 C. 此过程中 F 的平均功率为 $(FLsina)/(2t)$
 D. 此过程中 F 的平均功率为 $Fvcos\alpha/4$

解：A 处速度为 v ，方向与水平方向成 α 角，如图 1-4 所示，则 F 作用点的速度为 $v_1 = v/2$ ，方向与水平方向成 α 角，故 F 的即时功率为 $(Fvcos\alpha)/2$ ，A 正确，B 错误。该过程中， F 作用点的水平方向上的位移为 $s = Lsina/2$ ， F 的功 $W = FLsina/2$ ，故 F 的平均功率为 $P = \frac{W}{t} = (FLsina)/(2t)$ ，C 正确。由于 F 作用点的速度方向时刻在变化，故不可以用力与速度大小的平均值的乘积表示平均功率，故 D 错误。选 A、C。

评析：力做功的数值实质上应用力与力的作用点的位移来求，求功率时一定要明确功率的定义。



图 1-3

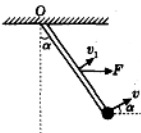


图 1-4