



荣德基

3

94

组合
讲练测

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

配人教版

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

讲

SANWEN ZIJI

练

SANWEN ZIJI

测

SANWEN ZIJI



高中物理必修2

(配人教版)

总主编:荣德基

本册主编:范金玉 宫业芹

编写人员:范金玉 宫业芹 王向前



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: 人教版(R)/荣德基总主编. —长春: 吉林教育出版社, 2005. 7

ISBN 7-5383-5047-0

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 086712 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印张 字数 321千字

版次 2005年7月第1版 2005年8月第1次印刷

定价 19.80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·中考·8 讲·1 练**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、失误或出现的知识盲点，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,但最重要的是获取知识、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”,融入到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新奉献。

《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。

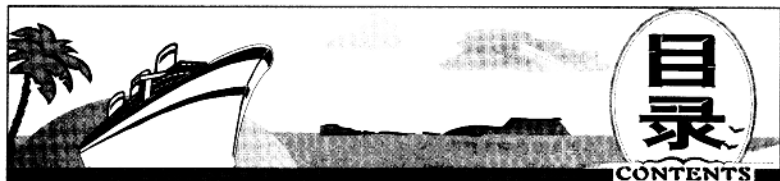
学习中应用《三味组合》,就是在进行 CETC 的一次又一次的循环,让你自主导入 CETC 循环学习模式,在不知不觉中提高学习效率,实现你心中的远大理想。

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,免收邮寄费,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);小手“☞”所指数字为答案所在页码。

2005 年 4 月



第五章 机械能及其守恒定律

第一节 追寻守恒量	1
第二节 功	7
第一课时	7
第三节 功率	4
第二课时	4
第四节 重力势能	8
第三课时	8
第五节 探究弹性势能的表达式	12
第四课时	12
第六节 探究功与物体速度变化的关系	13
第五课时	13
第七节 动能和动能定理	14
第六课时	14
第八节 机械能守恒定律	17
第七课时	17
第九节 实验:验证机械能守恒定律	20
第八课时	20
第十节 能量守恒定律与能源	21
第九课时	21
第十课时 习题课	23
全章复习	26

第六章 曲线运动

第一节 曲线运动	30
第十一课时	30
第二节 运动的合成与分解	33
第十二课时	33

第三节 探究平抛运动的规律	36
第十三课时	36
第四节 抛体运动的规律	39
第十四课时	39
第五节 圆周运动	43
第十五课时	43
第六节 向心加速度	46
第十六课时	46
第七节 向心力	49
第十七课时	50
第八节 生活中的圆周运动	50
第十八课时	53
全章复习	57

第七章 万有引力与航天

第一节 行星的运动	61
第十九课时	61
第二节 太阳与行星间的引力	63
第二十课时	63
第三节 万有引力定律	66
第二十一课时	66
第四节 万有引力理论的成就	69
第二十二课时	70
第五节 宇宙航行	72
第二十三课时	72
第六节 经典力学的局限性	76
第二十四课时	76
全章复习	79
参考答案及评析	82

第五章 机械能及其守恒定律

一、全章重难点提示

机械能及其守恒定律是整个力学的核心内容,其用能量观点解决力学问题,是解决力学问题的三大途径之一。能的转化和守恒定律是自然界中最重要、最普遍、最基本的客观规律。本章考查的重点是动能定理和机械能守恒定律。考题的内容多与牛顿运动定律及其他知识综合。考题多密切联系生活、生产实际和现代科学技术。本章的难点是动能定理及机械能守恒定律的灵活运用,功的计算中 α 角的处理、汽车的两类启动问题、重力势能的相对性及重力做功特点等也是本章的难点。本章探究性实验较多,实验方法灵活,必将成为今后实验考查的重点。

二、高考引路

时间	题源	比重	题型	分值
2004年	辽宁·综合	0.02	选择题	6分
	上海·物理	0.03	选择题	5分
	上海·物理	0.08	计算题	12分
2003年	全国·理综	0.02	选择题	6分
	上海·物理	0.02	填空题	3分
2002年	全国·物理	0.04	选择题	6分
	广东·物理	0.027	选择题	4分
	全国·理综	0.02	选择题	6分
	上海·物理	0.02	计算题	3分
2001年	全国·物理	0.087	计算题	13分
	广东·综合	0.027	计算题	4分
	上海·物理	0.03	选择题	5分
	上海·物理	0.027	论述题	4分
2000年	上海·物理	0.03	选择题	5分
	上海·物理	0.03	选择题	5分

三、备用各科相关知识回顾

- 匀变速直线运动规律、相互作用、牛顿运动定律的知识。
- 初中学过的有关功、功率的知识。
- 三角函数知识等。

第一节 追寻守恒量

第二节 功

学法提示

学习本节,要在回顾初中学过的有关功、能量知识的基础上,认真思考,深入理解,密切联系生产和生活实际;体会能量的存在、能的转化和守恒,进一步加深对功、能量概念的认识;掌握功的公式、做功的两个不可缺少的因素;掌握功的正负是由力的方向与位移方向的夹角来决定的。本节的重点是对功、能概念的认识和理解,功的公式的正确使用;难点是对能的概念的理解和在功的公式中各物理量的正确处理及变力做功。学习过程中,要特别注意功的公式及意义与初中的不同,掌握正确的求解变力做功的方法。

考纲要求

要理解功、能的确切含义及与其他知识的联系,能够对功、能进行叙述和解释,并能在实际问题的分析、综合、推理和判断等过程中运用。

第一课时

一、双基训练

知识点1:能量概念的初步了解。

精讲:能量:物体具有做功的本领,我们就说物体具有能量。常见的能量有势能和动能。相互作用的物体凭借其位置而具有的能量叫做势

知识点1针对性训练:

1.分析说明被拉伸或压缩的弹簧是否具有能量。

能;物体由于运动而具有的能量叫做动能。动能和势能在一定的条件下可以相互转化,在转化过程中,总的能量保持不变。这个结论叫做能的转化和守恒定律。

【典例】 将一小球以一定的初速度竖直向上抛出,不计空气阻力。在由抛出一直到返回抛出点的过程中,试用能量转化和守恒的观点,分析这一过程中能量的转化情况。

解: 因为不计空气阻力,小球被抛出后,在上升的过程中运动速度越来越小,动能越来越小,势能越来越大,动能逐渐转化成势能。在下落过程中,运动速度越来越大,动能越来越大,势能越来越小,势能逐渐转化成动能。在整个转化过程中,动能与势能之和保持不变。

评析: 守恒关系是自然界中十分重要的一类关系,守恒思想是物理学的一个重要思想。理解和掌握通过做功本领的大小判断能量的大小,了解能量是状态量,不同形式的能量与不同的运动形式相对应。

知识点2:功。

精讲: 如果物体在力的作用下,并在力的方向上发生了一段位移,我们就说力对物体做了功。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。功的公式是: $W=FL\cos\alpha$,即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这三者的乘积。功是标量,在国际单位制中,功的单位是焦耳,简称焦,符号是J。

$$1\text{J}=1\text{N}\times 1\text{m}=1\text{N}\cdot\text{m}.$$

【典例】 用水平恒力作用于质量为 M 的物体,使之在光滑的水平面上沿力的方向移动距离 L ,恒力做功为 W_1 ,再用该恒力作用于质量为 m 的物体上,使之在光滑的水平面上移动同样距离 L ,恒力做功为 W_2 ,则两次恒力做功的关系是()

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

解: 由题意知,两种情况下,恒力 F 、移动距离 L 以及恒力与位移方向的夹角 α 皆相同,根据功的计算公式 $W=FL\cos\alpha$ 知,两种情况下,恒力 F 做的功皆为: $W=FL\cos\alpha$,故应选 C。

评析: 功的大小只与力的大小、位移的大小、力与位移夹角的余弦三者有关系,与物体的质量、运动状态等没有直接关系。

知识点3:正功和负功。

精讲: 根据功的公式 $W=FL\cos\alpha$ 可以看出:

(1) 当 $\alpha = \frac{\pi}{2}$ 时, $\cos\alpha = 0, W = 0$, 力对物体不做功;

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

(3) 当 $\frac{\pi}{2} < \alpha \leq \pi$ 时, $\cos\alpha < 0, W < 0$, 力对物体做负功。某力对物体做负功,往往说成“物体克服某力做功”(大小取绝对值)。

(4) 当物体在几个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,等于各个力分别对物体所做功的代数和,也等于这几个力的合力对物体所做的功。

(5) 物理学中,一些物理量有正、负之分,其正、负有不同的意义。矢量的正负表示矢量的方向与规定的正方向间的关系。而功是标量,只有大小,没有方向。功的正负不表示方向,只是表示力的方向与位移方向间的夹角是大于还是小于 90° ;或者说表示是动力做功还是阻力做功。

【典例】 起重机把重为 $2 \times 10^3 \text{ kg}$ 的重物从地面竖直提升到高 18 m 的地方,当以加速度 $a = 2 \text{ m/s}^2$ 匀加速提升时,求重物所受的各力对重物所做的功及各力对重物所做的总功。(g 取 10 m/s^2)

解: 重物受力如图 5-2-1 所示,因为重物向上做匀加速直线运动,由牛顿第二定律得,钢绳对重物的拉力为: $F - G = ma, F = G + ma = 2 \times 10^3 \times (10 + 2) \text{ N} = 2.4 \times 10^4 \text{ N}$,由功的计算公式 $W = FL\cos\alpha$ 知,该过程中钢绳对

知识点2针对性训练:

2. 某人手提质量为 m 的重物,站在以速度 v 匀速上升的电梯里,人和重物与电梯保持相对静止, t 时间内人对重物做功是多少?

知识点3针对性训练:

3. 起重机把重为 $4 \times 10^3 \text{ kg}$ 的重物匀减速竖直提升 12 m , 加速度大小为 $a = 2 \text{ m/s}^2$, 求重物所受的各个力所做的功及其所做的总功。(g 取 10 m/s^2)

重物所做的功为：

$$W = FL\cos\alpha = 2.4 \times 10^4 \times 18 \times \cos 0^\circ \text{J} = 4.32 \times 10^5 \text{J}.$$

重物的重力对物体所做的功为：

$$W = GL\cos\alpha = 2 \times 10^3 \times 10 \times 18 \times \cos 180^\circ \text{J} = -3.6 \times 10^5 \text{J}.$$

钢绳的拉力与重物重力的合力为：

$$F_{\text{合}} = ma = 2 \times 10^3 \times 2 \text{N} = 4 \times 10^3 \text{N}.$$

合力的功为： $W = F_{\text{合}}L\cos\alpha = 4 \times 10^3 \times 18 \times \cos 0^\circ \text{J} = 7.2 \times 10^4 \text{J}.$

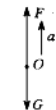


图 5-2-1

评析：功的计算就是要紧扣功的计算公式，找准公式中各量的大小与方向是求解的关键。求哪个力的功就是求哪个力的功，与其他力没有关系；功的正、负都有意义。

二、综合题训练

【典例】水平地面上质量为 2kg 的物体，在与水平方向成 37° 角、大小为 10N 的拉力作用下移动了 2m，已知物体与地面间动摩擦因数为 0.2。问在这一过程中，作用在物体上的各力做了多少功？合力做了多少功？(g 取 10N/kg)

所考知识点提示：本题考知识点 1、知识点 2、摩擦力及力的合成等知识。

解：物体受力如图 5-2-2 所示。

根据力的合成与分解知：

$$F_N = mg - F\sin 37^\circ = (2 \times 10 - 10 \times 0.6) \text{N} = 14 \text{N}.$$

根据滑动摩擦力公式得：

$$F_f = \mu F_N = 0.2 \times 14 \text{N} = 2.8 \text{N}.$$

根据功的计算公式 $W = FL\cos\alpha$ ，各力及合力的功

分别为： $W_F = FL\cos 37^\circ = 10 \times 2 \times 0.8 \text{J} = 16 \text{J}$ ，

$$W_{F_N} = F_N L \cos 90^\circ = 0,$$

$$W_G = mgL \cos 90^\circ = 0,$$

$$W_{F_f} = F_f L \cos 180^\circ = -2.8 \times 2 \text{J} = -5.6 \text{J},$$

$$W_{\text{合}} = W_F + W_{F_N} + W_G + W_{F_f} = 16 \text{J} - 5.6 \text{J} = 10.4 \text{J},$$

或 $W_{\text{合}} = F_{\text{合}} L \cos 0^\circ = (F\cos 37^\circ - F_f) \times L = (10 \times 0.8 - 2.8) \times 2 \text{J} = 5.2 \times 2 \text{J} = 10.4 \text{J}.$

评析：计算力做功时，要根据各种力的性质、牛顿第二定律及功的计算公式进行求解。求合力的功时可以先求合力，然后求功；也可以先求各个力的功，然后求其代数和。

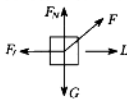


图 5-2-2

三、易错题训练

【典例】如图 5-2-3 所示，小物块位于光滑斜面上，斜面位于光滑水平地面上，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

错解：斜面对小物块的作用力是支持力，方向与斜面垂直，所以支持力不做功。故 A 正确。

错因评析与误区提示：不理解力对物体做功的本质，没有从求功的根本方法来思考是形成错解的主要原因。

正确解法：由于地面光滑，物块下滑时，斜面体要向右运动。如图 5-2-4 所示，根据图中的关系可以确定，支持力与物块位移的夹角大于 90° ，根据功的定义式 $W = FL\cos\alpha$ ，则斜面对物块做负功。应选 B。

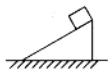


图 5-2-3

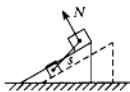


图 5-2-4

四、新课程标准题训练

开放性题

讲解：本节内容为力对物体做功，不同的力做功的情况是不同的。如

综合题针对性训练：

4. 一质量为 1kg 的物体被人用手由静止开始向上匀加速提升 1m，这时物体的速度是 2m/s，求各力对物体所做的功及其总功。(g 取 10N/kg)

易错题针对性训练：

5. 如图 5-2-5 所示，质量为 m 的物体放在倾角为 α 的斜面上， m 与斜面之间的动摩擦因数为 μ ，现将斜面匀速向左移动距离 x ，移动过程中， m 与斜面始终保持相对静止，求该过程中斜面弹力和摩擦力对物体所做的功。 [N]

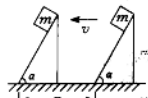


图 5-2-5

新课标针对性训练：

6. 摩擦力对物体做的功可能是怎样的？

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 1 秒内下落的高度为: $x_1 = \frac{1}{2}gt_1^2 = \frac{1}{2} \times 10 \times 1^2\text{m} = 5\text{m}$,

重力的功为: $W_1 = mgx_1 = 1 \times 10 \times 5\text{J} = 50\text{J}$,

则重力的功率为: $P_1 = \frac{W_1}{t_1} = \frac{50}{1}\text{W} = 50\text{W}$.

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

重力做的功为: $W_2 = mgx_2 = 1 \times 10 \times 20\text{J} = 200\text{J}$,

则重力的功率为: $P_2 = \frac{W_2}{t_2} = \frac{200}{2}\text{W} = 100\text{W}$.

评析: 本题要求解第 1 秒内和前 2 秒内重力的功率, 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 , 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, 对汽车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, 一旦大于额定功率, 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 $F_{\text{阻}} = 2.0 \times 10^3\text{N}$, 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为多少? 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:

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

根据 $P = Fv$ 可得, 此时汽车的实际功率为:

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

由 $P = Fv$ 知, $v = \frac{P}{F}$, 匀速行驶时, $F = F_{\text{阻}} = 2.0 \times 10^3\text{N}$ 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:

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

知识点 2 针对性训练:

2. 设河水阻力跟船的速度成正比, 若船匀速运动的速度变为原来的 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? 设阻力恒定, 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?



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 and 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,速度增大得慢了,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 $P_m=50kW$, 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 $1.0 \times 10^3 N$, 求汽车启动后第 1 秒末汽车发动机的瞬时功率是多少? 汽车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:

$$F - F_{阻} = ma, F = F_{阻} + ma = (1.0 \times 10^3 + 5000 \times 2) N = 1.1 \times 10^4 N.$$

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

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 $v_m = \frac{P_m}{F} = \frac{P_m}{F_{阻} + ma} = \frac{50000}{1.1 \times 10^4} m/s = 4.55m/s$ 。

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加速运动最大速度的不同。

二、综合题讲练

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

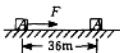


图 5-3-1

(1) 水平面光滑时;

(2) 物体与水平面间的动摩擦因数 $\mu=0.15$ 。

所需知识点提示: 本题考点 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 $W = FL \cos \alpha$ 得:

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

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 $a_2 = \frac{F - F_{阻}}{m} = \frac{10 - 0.15 \times 5 \times 10}{5} m/s^2 = 0.5m/s^2$,

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:

$$(1) P_1 = \frac{W}{t_1} = \frac{360}{6} W = 60W; (2) P_2 = \frac{W}{t_2} = \frac{360}{12} W = 30W.$$

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

能力点 1 针对性训练:

4. 质量是 $5t$ 的汽车, 额定功率是 $P_m = 50kW$, 在水平路面上保持额定功率不变, 由静止开始启动, 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? [N]

综合题针对性训练:

5. 如图 5-3-2 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:
- (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?



图 5-3-2



率,又可求瞬时功率。本题也可以先求出平均速度 \bar{v} , 然后用 $P = F\bar{v}$ 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. $mg\sqrt{2gh}$ B. $\frac{1}{2}mgsin\alpha\sqrt{2gh}$
C. $mgsin\alpha\sqrt{2gh}$ D. $mg\sqrt{2ghsin\alpha}$

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 $F_{合} = mgsin\alpha = ma$, 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。所以此时重力的瞬时功率为: $P = F \cdot v = mg\sqrt{2gh}$, 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 $a = gsin\alpha$ 。

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

解之得 $t = \sqrt{\frac{2h}{a sin\alpha}} = \sqrt{\frac{2h}{g sin^2\alpha}}$ 。

而重力做的功为 $W = mgh$ 。

由 $P = \frac{W}{t}$ 知, 重力的功率为 $P = \frac{W}{t} = \frac{mgh}{\sqrt{\frac{2h}{g sin^2\alpha}}} = \frac{1}{2}mgsin\alpha\sqrt{2gh}$ 。

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 $P = Fv\cos\theta$ 。只有 Fv 同向时, 瞬时功率才能等于 Fv , 而此题中重力与瞬时速度 v 不是同方向, 所以瞬时功率应注意乘上 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 $F_{合} = mgsin\alpha = ma$, 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。所以此时重力的瞬时功率为: $P = Fv\cos\theta = mg \cdot \sqrt{2gh} \cdot \cos(90^\circ - \alpha) = mgsin\alpha\sqrt{2gh}$, 故 C 正确。

四、难题新题课课训练

探究性题

讲解: 本节知识涉及机车的两类启动问题, 是一个值得思考与探究的问题, 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 $v_{max} = \frac{P}{F'}$; 以后以 v_{max} 做匀速直线运动, 这一过程的 $v-t$ 关系可由图 5-3-4 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。

易错题针对性训练:

6. 如图 5-3-3 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 ()

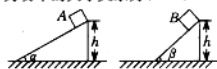


图 5-3-3

- A. $P_A > P_B$ B. $P_A = P_B$
C. $P_A < P_B$ D. 无法确定

新课标针对性训练:

7. 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。

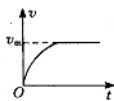


图 5-3-4

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, 已知空气阻力的阻力的大小正比于球的速度 ()

- 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 B、C 正确。

评析: 本题考查功和功率的概念以及利用运动学公式及牛顿运动定律进行推理的能力。

第四节 重力势能

学法提示

学习本节, 要在第一节、第二节学习的基础上, 根据功的公式, 通过设置不同情景, 归纳推导出重力做功的特点。并根据功与能量转化的关系, 得出重力的功必与某种能量转化有关, 从而得出重力势能的概念。学习时, 要理解和掌握重力做功的特点; 理解重力势能的定义、公式及计算; 知道重力势能的相对性和系统性; 理解重力的功和重力势能变化的关系。本节的重点是重力势能的定义、公式和计算; 难点是重力的功跟重力势能变化的关系。学习过程中, 要注意体会运用已学知识推导出未知知识的过程与方法, 以达到学以致用、温故知新、举一反三的学习效果。

考纲要求

要理解重力势能、重力做功与重力势能改变关系的确切含义及与其他知识的联系, 如与功的计算、功是能量转化的重度的关系。能够对重力势能、重力做功与重力势能改变的关系进行叙述和解释, 并能在对实际问题的分析、综合、推理和判断等过程中运用。从能量的观点处理问题, 是物理学中常用的解决问题的方法, 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

知识点 1: 重力的功。

精讲: 如图 5-4-1 所示。

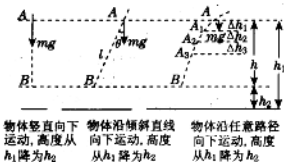


图 5-4-1

(1) 当物体竖直向下运动时, $W_G = mgh = mgh_1 - mgh_2$;

(2) 当物体沿倾斜直线运动时 $W_G = mg \cos \theta \times l = mgh = mgh_1 - mgh_2$;

(3) 当物体沿曲线下滑时, 将整个路径分成许多很短的间隔 AA_1 、 A_1A_2 、 A_2A_3 、 \dots , 每一段都可以近似地看成一段倾斜的直线, 每小段斜线的高度差分别为 Δh_1 、 Δh_2 、 Δh_3 、 \dots , 通过每小段时重力做的功分别为 $mg \Delta h_1$ 、 $mg \Delta h_2$ 、 $mg \Delta h_3$ 、 \dots , 物体通过整个路径时重力所做的功, 等于重力在每小段上所做功的代数和, 即: $W_G = mg \Delta h_1 + mg \Delta h_2 + mg \Delta h_3 + \dots = mg(\Delta h_1 + \Delta h_2 + \Delta h_3 + \dots) = mgh = mgh_1 - mgh_2$ 。

高考题针对性训练:

8. (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 (可看成心脏压强) 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。

知识点 1 针对性训练:

1. 一质量为 m 的皮球从离地面高为 h_1 的 A 点下落, 被地面弹起后, 在离地面高为 h_2 的 B 点被接住, 如图 5-4-2 所示, 求整个过程中重力所做的功。

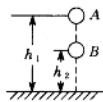


图 5-4-2

结论:物体运动时,重力对它做的功只跟它的起点和终点位置有关,而跟物体运动的路径无关。

【典例】沿着高度相同,坡度不同,粗糙程度也不同的斜面将同一物体从底端拉到顶端,下列说法正确的是()

- A. 沿坡度小的斜面运动时物体克服重力做功多
 B. 沿坡度大,粗糙程度大的斜面运动物体克服重力做功多
 C. 沿坡度小,粗糙程度大的斜面运动物体克服重力做功多
 D. 不管沿怎样的斜面运动,物体克服重力做功相同,物体增加的重力势能也相同

解:重力做功与物体的运动路径无关,只与初末状态物体的高度差有关,不论是光滑路径还是粗糙路径,也不论是直线运动还是曲线运动。物体克服重力做多少功(重力做多少负功),它的重力势能必增加多少。故选D。

评析:不管重力对物体做正功还是做负功,都只跟初、末位置的高度差有关,与运动路径、受不受其他力、运动状态等因素无关。

知识点2:重力势能。

精讲:把物理量 mgh 叫做物体的重力势能,用 E_p 表示,即 $E_p = mgh$,故物体的重力势能等于它所受重力与所处高度的乘积。重力势能是标量,单位是焦耳(J)。重力的功与重力势能的关系为: $W_G = mgh_1 - mgh_2 = E_{p1} - E_{p2}$,即重力对物体所做的功等于物体在初位置的重力势能与末位置的重力势能之差。重力做正功时,重力势能减少,减少的重力势能等于重力所做的功。重力做负功(物体克服重力做功)时,重力势能增加,增加的重力势能等于克服重力所做的功。

【典例】质量为 m 的物体,沿倾角为 α 的光滑斜面由静止下滑, t 时间内重力势能的减少量为()

- A. $\frac{1}{2}mg^2t^2\sin\alpha$ B. $\frac{1}{2}mg^2t^2$
 C. mg^2t^2 D. $\frac{1}{2}mg^2t^2\sin^2\alpha$

解:物体沿光滑斜面下滑的加速度为 $a = g\sin\alpha$ 。

t 时间内物体沿斜面下滑的距离为 $x = \frac{1}{2}at^2 = \frac{1}{2}g\sin\alpha \cdot t^2$ 。

物体下降的高度为 $\Delta h = x \cdot \sin\alpha = \frac{1}{2}g\sin^2\alpha \cdot t^2$ 。

物体重力势能减少量为: $\Delta E_p = mg \cdot \Delta h = \frac{1}{2}mg^2t^2\sin^2\alpha$ 。

故D正确。

评析:重力势能的减少量为初状态的重力势能与末状态的重力势能之差。而重力势能的变化量却是末状态的重力势能减去初状态的重力势能。

知识点3:重力势能的相对性和系统性。

精讲:(1)参考平面:在重力势能的表达式 $E_p = mgh$ 中,高度 h 总是相对于某一水平面而言的,则物体的重力势能 E_p 也总是相对于某一水平面来说的,这个水平面叫做参考平面,在参考平面上的物体重力势能为零。

(2)重力势能的相对性:在参考平面的选取中,可视研究问题的方便而定,常选择地面为参考平面。选择不同的参考平面,物体的重力势能的值是不同的,所以说重力势能的值是相对的,是相对于参考平面的。在参考平面上方的物体,重力势能为正值;在参考平面下方的物体,重力势能为负值。重力势能的正负表示其重力势能比其在参考平面上是大还是小。

知识点2针对性训练:

2. 关于重力做功和重力势能的变化,下列叙述正确的是()
- A. 做竖直上抛运动的物体,在上升阶段,重力做负功,重力势能减少
 B. 做竖直上抛运动的物体,在下降阶段,重力做正功,重力势能增加
 C. 做平抛运动的物体,重力势能在不断减少
 D. 只要物体高度降低了,重力势能一定在减少

知识点3针对性训练:

3. 质量为 m 的小球,从离桌面 H 高处由静止下落,桌面离地高度为 h ,如图5-4-4所示。若以桌面为参考平面,那么小球落地时的重力势能及整个过程中重力势能的变化量分别是()
- A. mgh , 减少 $mg(H-h)$
 B. mgh , 增加 $mg(H+h)$
 C. $-mgh$, 增加 $mg(H-h)$

(3)重力势能的系统性:相互作用的物体凭借其位置而具有的能量叫做势能。重力势能是由于地球对物体的重力作用而产生的,重力势能是地球与物体所组成的“系统”所共有的,而不是地球上的物体单独具有的。实际上,所有的势能都是“系统”共有的。

【典例】如图 5-4-3 所示,在离地面高为 H 的地方将质量为 m 的小球以初速度 v_0 竖直上抛,取抛出位置所在的水平面为参考平面,则小球在最高点时和落地时重力势能各为多少?小球从抛出至落地过程重力对小球做功和重力势能变化各是多少?

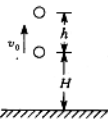


图 5-4-3

解:小球能上升到的最高点到抛出点相距 $h = v_0^2/2g$,所以在最高点时具有重力势能 $E_{p1} = mgh = \frac{1}{2}mv_0^2$ 。落地时小球的位置在参考平面下方 H 处,所

以落地时小球具有重力势能 $E_{p2} = -mgH$ 。重力做功与小球运动路径无关,小球从抛出至落地过程重力做功 $W_G = mgH$,由 $W_G = -\Delta E_p$ 得这一过程中小球重力势能变化 $\Delta E_p = -mgH$,负号表示重力势能减小。

评析:重力对物体所做的功,物体重力势能的变化都只与物体的初、末位置有关,与路径无关。重力势能与参考平面的选取有关,而重力势能的变化量与参考平面的选取无关。

二、综合题训练

【典例】如图 5-4-5 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 1、2 拴接,劲度系数为 k_2 的轻质弹簧上端与物块 2 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 1 缓慢地竖直上提,直到下面那个弹簧的下端恰好脱离桌面。在此过程中,物块 2 的重力势能增加了_____。物块 1 的重力势能增加了_____。

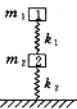


图 5-4-5

所需知识点提示:本题考知识点 2、平衡条件及胡克定律等知识。

解:初始平衡状态下,对 m_1 、 m_2 整体,由平衡条件可得:弹簧 k_2 的压缩量 $\Delta x_2 = \frac{(m_1 + m_2)g}{k_2}$ 。

对 m_1 ,由平衡条件可得:弹簧 k_1 的压缩量 $\Delta x_1 = \frac{m_1 g}{k_1}$ 。

未平衡状态下(弹簧 k_2 下端刚离开桌面)弹簧 k_2 的形变量为零。

对 m_2 ,由平衡条件可得:弹簧 k_1 的伸长量 $\Delta x_1' = \frac{m_2 g}{k_1}$ 。

综上所述,初平衡态变化到末平衡态:

弹簧 k_2 增长 $\Delta h_2 = \Delta x_2 = \frac{(m_1 + m_2)g}{k_2}$,此即 m_2 上升的高度;则 m_2 的重力势能增加了 $\frac{m_2(m_1 + m_2)g^2}{k_2}$ 。

弹簧 k_1 增长 $\Delta x_1 + \Delta x_1' = \frac{(m_1 + m_2)g}{k_1}$,故 m_1 上升的高度

$$\Delta h_1 = \frac{(m_1 + m_2)g}{k_1} + \Delta h_2 = (m_1 + m_2)g \left(\frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} \right),$$

即 m_1 的重力势能增加了 $m_1(m_1 + m_2)g^2 \left(\frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} \right)$ 。

评析:求解本题,应从“缓慢提升”及胡克定律入手,分别求出初、末状态下两弹簧的形变量,通过比较求出 m_1 、 m_2 上升的高度,就可由重力势能公式求出物块增加的重力势能。

D. $-mgh$,减少 $mg(H+h)$

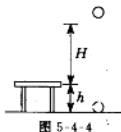


图 5-4-4

综合题针对性训练:

4.如图 5-4-6 所示,一个质量为 M 的物体放在水平地面上,物体上方安装一个长度为 L 、劲度系数为 k 的轻弹簧,现用手拉着弹簧上端的 P 点缓慢向上移动,直到物体离开地面一段距离。在这一过程中, P 点的位移(开始时弹簧处于原长)是 H ,则物体重力势能的增加量为()

- A. MgH
 B. $MgH + \frac{(Mg)^2}{k}$
 C. $MgH - \frac{(Mg)^2}{k}$
 D. $MgH - \frac{Mg}{k}$



图 5-4-6



三、易错题讲练

【典例】如图 5-4-7 所示,有一连通器,左右两管的横截面积均为 S ,内盛密度为 ρ 的液体,开始时两管内的液面高度差为 h 。若打开底部中央的阀门 K ,液体开始流动,最终两液面相平。在这一过程中,液体的重力势能变化了多少?



错解:要使两边液面相平,需要液面 B 下降 $\frac{h}{2}$,液面 A 上升 $\frac{h}{2}$ 。这一过程中,重力的功为: $W = mg \cdot \Delta h = \rho S h g \times \frac{h}{2} = \frac{1}{2} \rho g S h^2$,故重力势能减少了 $\frac{1}{2} \rho g S h^2$ 。

错因评析与误区提示:没有认真分析过程、建立清晰的物理情景,从而对那些液体重力势能变化没有搞清,导致质量计算错误。

正确解法:从打开阀门 K 到两液面相平如图 5-4-8 所示,相当于右边管内小圆柱体 P 内的液体落入了左边小圆柱体 Q 内,则有 $S h_1 = S h_2$,所以 $h_1 = h_2 = \frac{h}{2}$,这一过程中,重力所做的功为 $W = mg \Delta h = \rho S \frac{h}{2} g \cdot \frac{h}{2} = \frac{1}{4} \rho g S h^2$,所以重力势能减少了 $\frac{1}{4} \rho g S h^2$ 。

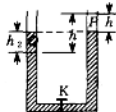


图 5-4-8

四、海思新题课课练

探究性题

讲解:本节内容中的重力做功与路径无关的结论,是一个可以通过理论探究的问题。根据功的公式进行理论探究,能培养同学们的科学的探究方法,加深对这一结论的认识。

【典例】图 5-4-10 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运动到底端,试根据功的公式计算沿不同斜面重力所做的功,并证明这个功与斜面的倾角无关。

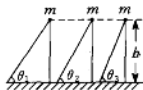


图 5-4-10

解:以倾角为 θ_1 的斜面为例。

斜面长 $L = \frac{h}{\sin \theta_1}$,根据 $W = FL \cos \alpha$ 知,重力对物体所做的功为

$$W_G = mg L \cos(90^\circ - \theta_1) = mg \frac{h}{\sin \theta_1} \sin \theta_1 = mgh.$$

由 $W_G = mgh$ 可以看出,重力对物体所做的功与斜面的倾角无关。

五、高考题讲练

【典例】(2002,威海模拟,10分)一根均匀链条放在桌面上,其长度的 $\frac{1}{5}$ 悬挂在桌边外。设链条全长为 l ,质量为 m ,将其悬挂部分缓缓地拉回桌面上,其重力势能变化了多少?

解:将悬挂部分的链条缓缓地拉回桌面,这“缓缓”二字意味链条被匀速拉回,即拉回过程中,链条动能保持不变,外力做功完全用来增加链条的重力势能。则有: $W_{外} = \Delta E_p$ 。 $\frac{1}{5}$ 长链条质量是整个链条质量的 $\frac{1}{5}$,即 $m' = \frac{1}{5} m$ 。这 $\frac{1}{5}$ 长链条被拉回桌面,其重心升高的高度为: $h = \frac{1}{2} \times \frac{1}{5} l = \frac{1}{10} l$,拉回 $\frac{1}{5} l$ 的链条,重力势能的增量为: $\Delta E_p = m' g h = \frac{1}{5} m \cdot g \cdot \frac{1}{10} l = \frac{1}{50} m g l$ 。

评析:求解重力势能的变化,可用初、末重力势能的差求解,也可用重力的功求解。解题过程中,应分清哪部分的重力势能变化,建立清晰的模型。

易错题针对性训练:

5. 如图 5-4-9 所示,在光滑的桌面上有一根均匀柔软的质量为 m ,长为 l 的链,链长的 $\frac{1}{4}$ 悬于桌面外,从链子开始下滑至链子刚好全部离开桌面的过程中,重力对链子做功_____,链子的重力势能的增量为_____。(桌面离地高度大于 l)



图 5-4-9

新课标针对性训练:

6. 如图 5-4-11 所示,两个轨道均光滑,它们的高度相同,让质量均为 m 的两个物体分别沿轨道由静止从顶端运动到底端。求:两个物体在运动过程中重力对物体所做的功及物体重力势能的变化量。



图 5-4-11

高考题针对性训练:

7. (2001,临沂模拟,5分)如图 5-4-12 所示,小球质量为 m ,大小不计,右边圆轨道半径为 R ,小球从 $h = 3R$ 处沿斜面滑下后,又沿圆轨道滑到最高点 P 处,在这一过程中,重力对小球所做的功为_____,小球的重力势能减少了_____。 [N]

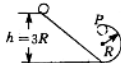


图 5-4-12

第五节 探究弹性势能的表达式

学法提示

本节是探究课,是新课标三维教学目标的具体体现。所谓探究,就是通过实验、探究、分析,将未知变为已知的过程。学习本节,要在本章前几节学习的基础上,根据功的公式,功是能量转化的量度,与重力做功和重力势能变化的关系进行类比,通过弹簧弹力做的功来探究弹性势能的表达式。通过学习,要理解弹性势能的概念,知道弹簧的弹性势能和弹簧的形变量有关,了解利用 $F-L$ 图线求变力的功的方法,能用弹性势能的表达式定性分析问题。本节的重点是探究的方法——类比法,难点是探究的思路和方法以及有关变力的功的计算。学习过程中,要注意体会运用已学的知识推导出未知的知识的过程与方法,积极探索,大胆猜想,培养创新能力。

考纲要求

要知道弹性势能、弹力做功与弹性势能改变关系的内容及含义,并在有关问题中识别和直接使用。虽然本节知识在高考中要求较低,但本节的探究方法是科学研究的重要思想方法,又是新课标三维教学目标的具体体现,能很好地培养创新能力。

第四课时

提出问题

发生弹性形变物体的各部分之间,由于有弹力的相互作用,也具有势能,这种势能叫做弹性势能。卷紧的发条、拉长或压缩的弹簧、拉开的弓、正在击球的网球拍、撑杆跳运动员手中弯曲的杆等等,其各部分之间都有弹力作用,它们都具有弹性势能。那么,弹性势能与哪些因素有关呢?

猜想与假设

与重力势能相类比,猜想弹性势能可能与弹簧的形变量有关,还可能与弹簧本身的性质(劲度系数)有关。与重力势能类比,可推知弹簧的弹性势能与弹力做功有关,而且应有类似的关系。取弹簧处于自然状态时的弹性势能为零,由此将弹簧拉到某一长度时,克服弹力做的功(即拉力的功)就应等于弹簧增加的弹性势能,即等于该长度时弹簧的弹性势能。

实验探究

实验原理: 弹簧一端固定,缓慢用力拉弹簧的另一端,则拉力对弹簧所做的功(或说克服弹簧弹力所做的功),就等于弹簧弹性势能的增加。取弹簧原长时的弹性势能为零,则末状态时弹簧的弹性势能就等于拉力所做的功。

实验器材: 弹簧、刻度尺。

实验步骤: (1)如图 5-5-1 所示,弹簧左端固定在墙上,不加外力时,右端在 A 处。

(2)今用力 F 缓慢向右拉弹簧,使弹簧伸长到 B 处,测出 A、B 之间的距离 Δl 。

数据处理: 拉伸过程中,弹力是变力,拉力也是变力,求解变力的功,可采用无限细分的方法,把拉伸的长度 L 分成若干小段,长度分别为: Δl_1 、 Δl_2 、 Δl_3 、...

在每小段上拉力可以近似认为是不变的,分别为: F_1 、 F_2 、 F_3 、...

拉力在各小段上做的功分别为: $F_1 \Delta l_1$ 、 $F_2 \Delta l_2$ 、 $F_3 \Delta l_3$ 、...

故拉力在整个过程中做的功为各小段上做功之和,即: $F_1 \Delta l_1 + F_2 \Delta l_2 + F_3 \Delta l_3 + \dots$

由拉力 $F = k\Delta l$ 画出 F 随 Δl 变化的图线如图 5-5-2 所示,根据 $W = FL$ 知,图线与横轴所围的面积应该等于 F 所做的功。有 $W = \frac{k\Delta l \cdot \Delta l}{2} = \frac{1}{2} k\Delta l^2$, 所

以 $E_p = \frac{1}{2} k\Delta l^2$ 。

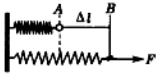


图 5-5-1

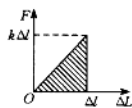


图 5-5-2

针对性训练:

- 关于弹性势能,下列说法正确的是()
 - 发生弹性形变的物体都具有弹性势能
 - 只有发生弹性形变的弹簧才具有弹性势能
 - 弹性势能可以与其他形式的能相互转化
 - 弹性势能在国际单位制中的单位是焦耳
- 关于弹簧的弹性势能,下列说法中正确的是()
 - 当弹簧变长时,它的弹性势能一定增大
 - 当弹簧变短时,它的弹性势能一定变小
 - 在拉伸长度相同时, k 越大的弹簧,它的弹性势能越大
 - 弹簧在拉伸时的弹性势能一定大于压缩时的弹性势能