



黄冈、启东、海淀百位名师鼎力打造
让你 0 距离感受特级教师的指导

全程 攻略

高考物理

- 解读最新考试说明
- 透析最准命题走势
- 把握最精高考试题
- 设计最佳复习攻略

→ 命题动向

→ 专题例析

→ 专题练习

→ 全真模拟

中国和平出版社

前言

为了适应高中、初中升学考试改革的需要,我们特邀请了一批来自全国名校教学第一线的名师和多年从事高考、中考研究工作的专家学者编写了这套《全程攻略》丛书。这套书的特点是:虚实结合、突出实战、针对性强、代表性广、权威性高,涵盖前沿信息、一线资料丰富。

本丛书分高中、初中两个部分。均按复习备考全过程由浅到深,分步编写,以利大家学习。全书力求体现现行的高考《考试说明》精神和全国中考形势的共同要求。

其一,介绍了高考、中考命题形势,以备考生明确复习方向。

其二,从教与学和备考的实际出发,编写了专题学习资料(按考点,结合实例对各科复习考试的范围、重点、难点、疑点作了讲析;同时设置了专题训练),以备考生理清高考、中考知识能力体系的脉络,打好复习备考的基础。

其三,针对各专题编写了强化训练题,并附有名师较详细的题解分析。

其四,综合能力检测训练,对学科内和学科间的知识点、能力点作综合的检测,以提高和检测各学科实际掌握的水准。这部分内容从全国名校组稿,实际上就是升学考试的模拟试卷。

基于此,我们相信只要这一套《全程攻略》丛书在手,认真研读思考,认真独立演练,做到融会贯通必考知识,熟练掌握必考能力,必将夺取高考或中考的最终胜利。

本套丛书,高中部分共9种:语文、数学、英语、政治、历史、地理、物理、化学、生物。初中部分共6种:语文、数学、英语、物理、化学、政治。各自独立成册。

由于时间仓促,书中疏漏难免,敬请批评指正。

本丛书编委会

目 录

第一部分 命题动向

第一单元 近年常考知识点	(1)
热点 1 牛顿定律的应用	(1)
热点 2 功能关系	(3)
热点 3 振动和波	(6)
热点 4 电场力做功	(8)
热点 5 电路分析与计算	(11)
热点 6 带电粒子在磁场中的运动	(13)
热点 7 电磁感应	(16)
热点 8 光的反射和折射	(19)
热点 9 原子核反应	(21)
热点 10 日常生活与现代科技应用	(23)
热点 11 实验:电阻的测量	(25)
第二单元 近年常考能力点	(30)
一 理解能力	(30)
二 推理能力	(32)
三 设计和完成实验的能力	(34)
四 获取知识的能力	(38)
五 分析综合能力	(40)
第三单元 近年理综试卷结构和题型分析	(44)
一 试卷结构	(44)
二 题型分析	(44)
(一) 选择题	(44)
(二) 非选择题	(50)
参考答案	(57)

第二部分 专题例析

专题一 力学	(63)
第一章 力和物体平衡	(63)
第二章 直线运动	(69)
第三章 牛顿运动定律	(74)
第四章 曲线运动 万有引力	(79)
第五章 动量	(85)
第六章 机械能	(92)
第七章 机械振动和机械波	(100)
力学综合练习题	(107)

专题二 热 学	(110)
第八章 分子动理论 热和功	(110)
第九章 气体的性质	(115)
专题三 电 学	(121)
第十章 电场	(121)
第十一章 恒定电流	(133)
第十二章 磁场	(144)
第十三章 电磁感应	(154)
第十四章 交变电流 电磁振荡和电磁波	(166)
电学综合练习题	(175)
专题四 光 学	(179)
第十五章 几何光学	(179)
第十六章 物理光学	(187)
专题五 原子和原子核	(193)
第十七章 原子和原子核	(193)
专题六 物理实验	(201)
第十八章 物理实验	(201)
参考答案	(217)

第三部分 全真模拟

高考物理模拟试卷(一)	(228)
高考物理模拟试卷(二)	(232)
参考答案	(235)

第一单元 近年常考知识点

理科综合考试的最大特点是备考量很大,但知识点的覆盖率却比较低。从近几年的理科综合来看,物理学科所考查到的基本上是主干知识,即所谓的重点知识,这一信息给我们的备考复习指明了方向。经过对近几年的理科综合试卷的分析,发现以下12个知识点(块)经常性地被考查,成了热点。



牛顿定律的应用

一、概述

本热点涉及的具体知识点有:牛顿第一定律,惯性;牛顿第二定律,质量,圆周运动中的向心力;牛顿第三定律;牛顿定律的应用;超重和失重,除“超重和失重”外均为Ⅱ级要求。《考试说明》规定:①处理物体在粗糙面上的问题,只限于静止或已知运动方向的情况;②用牛顿定律处理连接体的问题时,只限于各个物体加速度的大小和方向都相同的情况;③不要求对于两个或两个以上物体应用牛顿第二定律列方程联立求解;④有关向心力的计算,只限于向心力是由一条直线上的力合成的情况。

从近几年的理科综合考试来看,对“牛顿定律的应用”的考查主要集中在“牛顿第二定律的应用”上,常见类型有:①对单体物体受力分析列牛顿第二定律方程求解(见例1、2);②运动与力的关系,即动力学分析(见例2);③与圆周运动结合,尤其与天体运动结合(见例3)。另外,若物体的加速度 $a=0$,本热点也可延伸到“物体的平衡”类问题。

二、例析

例1 如图1-1(2002年春季理科综合)质量为 m 的三角形木楔A置于倾角为 θ 的固定斜面上,它与斜面间的动摩擦因数为 μ ,一水平力 F 作用在木楔A的竖直平面上,在力 F 的推动下,木楔A沿斜面以恒定的加速度 a 向上加速滑动,则 F 的大小为()

- A. $\frac{m[a + g(\sin\theta + \mu\cos\theta)]}{\cos\theta}$
 B. $\frac{m(a - g\sin\theta)}{(\cos\theta + \mu\sin\theta)}$
 C. $\frac{m[a + g(\sin\theta + \mu\cos\theta)]}{(\cos\theta - \mu\sin\theta)}$
 D. $\frac{m[a + g(\sin\theta + \mu\cos\theta)]}{(\cos\theta + \mu\sin\theta)}$

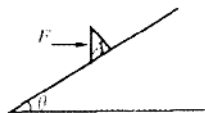


图1-1

【解】 对物体A进行受力分析,并建立图示坐标,见图1-2。

$$\begin{cases} \Sigma F_x = F\cos\theta - f - mg\sin\theta = ma \\ \Sigma F_y = N - mg\cos\theta - F\sin\theta = 0 \end{cases}$$

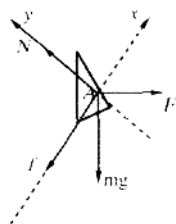


图1-2

联立解得 $F = \frac{m[a + g(\sin\theta + \mu\cos\theta)]}{(\cos\theta - \mu\sin\theta)}$

答案:A

点评: 本题是单体运用牛顿第二定律列方程求解,是一道考查考生基本功的常规题,关键在于正确的受力和坐标的建立。

例2 (2000年全国理科综合)如图1-3所示,直角三角形的斜边倾角为 30° ,底边BC长为 $2L$,处在水平位置,斜边AC是光滑绝缘的,在底边中点O处放置一正电荷Q,一个质量为 m ,电量为 q 的带负电的质点从斜面顶端A沿斜边滑下,滑到斜边上的垂足D时速度为 v 。

- (1) 质点的运动是 ()
 A. 匀加速运动
 B. 匀减速运动
 C. 先匀加速后匀减速的运动
 D. 加速度随时间变化的运动

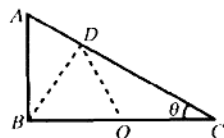


图1-3

(2) 沿斜面向下的加速度 a 为多少?

【解】 (1) 质点在下滑过程中受三个力作用:重力、支持力和电场力,由于电场力随时间变化,故质点的合外力也随着时间变化,即加速度随时间变化,正确答案是D。

(2) 质点在C点受三个力的作用:电场力 f ,方向由C指向O点;重力 mg ,方向竖直向下;支持力 N ,方向垂直于斜面向上,根据牛顿定律有:

$$mg\sin\theta - f\cos\theta = m_a$$

注:理科综合测试将物理考点的要求分Ⅰ、Ⅱ两级,Ⅰ级要求为:知其内容及含义,并能在有关问题中识别和直接使用它们;Ⅱ级要求为:要理解其确切含义及与其它知识的联系,能够进行叙述和解释,并能在实际问题的分析、综合、推理和判断等过程中运用。

$$mg\sin 30^\circ - \frac{kQq}{L^2}\cos 30^\circ = ma,$$

$$\text{得 } a = \frac{1}{2}g - \frac{\sqrt{3}kQq}{2mL^2}$$

答案:(1)D

点评:在非匀强电场中带电粒子的运动一般总是非匀变速的,本题第(2)小题表面上是一个新题,实际上还是一道单体运用牛顿第二定律列方程求解的常规题,无非是多了一个点电荷的电场力而已。

例3 (2001年全国理科综合)太阳现正处于主序星演化阶段。它主要是由电子和 ${}^1_1\text{H}$ 、 ${}^4_2\text{He}$ 等原子核组成。维持太阳辐射的是它内部的核聚变反应,核反应方程是 $2e + 4({}^1_1\text{H}) \rightarrow {}^4_2\text{He} + \text{释放的核能}$,这些核能最后转化为辐射能。根据目前关于恒星演化的理论,若由于聚变反应而使太阳中的 ${}^1_1\text{H}$ 核数目从现有数减少10%,太阳将离开主序星阶段而转入红巨星的演化阶段。为了简化,假定目前太阳全部由电子和 ${}^1_1\text{H}$ 核组成。为了研究太阳演化进程,需知道目前太阳的质量 M 。已知地球半径 $R = 6.4 \times 10^6 \text{ m}$,地球质量 $m = 6.0 \times 10^{24} \text{ kg}$,日地中心的距离 $r = 1.5 \times 10^{11} \text{ m}$,地球表面处的重力加速度 $g = 10 \text{ m/s}^2$,1年约为 $3.2 \times 10^7 \text{ s}$,试估算目前太阳的质量 M 。

【解】 设 T 为地球绕日心运动的周期,则由万有引力定律和牛顿定律可知

$$G\frac{mM}{r^2} = m\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 r \quad (1)$$

地球表面处的重力加速度:

$$g = G\frac{m}{R^2} \quad (2)$$

$$M = m\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 \frac{r^3}{R^2 g} \quad (3)$$

以题给数值代入,得 $M = 2 \times 10^{30} \text{ kg}$

点评:牛顿第二定律结合圆周运动知识解决天体问题是一类典型问题,要引起考生的重视,一定要熟练过关。

练习一

- 一航天探测器完成对月球的探测任务后,在离开月球的过程中,由静止开始沿着与月球表面成一倾斜角的直线飞行,先加速运动,再匀速运动。探测器通过喷气而获得推动力。以下关于喷气方向的描述中正确的是 ()
 - 探测器加速运动时,沿直线向后喷气
 - 探测器加速运动时,竖直向下喷气
 - 探测器匀速运动时,竖直向下喷气
 - 探测器匀速运动时,不需要喷气
- 惯性制导系统已广泛应用于弹道式导弹工程中,这个系统的重要元件之一是加速度计。加速度计的构造原理的示意图如图1-4所示:沿导弹长度方向安装的固定光滑杆上套一质量为 m 的滑块,滑块两侧分别与劲度系数均为 k 的弹簧相连,两弹簧的另一端与固定壁相连。滑块原来静止,弹簧处于自然长度。滑块上有指针,可通过标尺测出滑块的位移,然后通过控制系统进行制导。设某段时间内导弹沿水平方向飞行,指针向左偏离 O 点的距离为 s ,则这段时间内导弹的加速度 ()
 - 方向向左,大小为 ks/m
 - 方向向右,大小为 ks/m

- 方向向左,大小为 $2ks/m$
- 方向向右,大小为 $2ks/m$

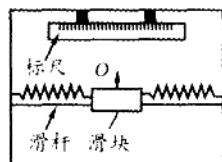


图1-4

- 如图1-5,细杆的一端与一小球相连,可绕过 O 点的水平轴自由转动。现给小球一初速度,使它做圆周运动,图中 a 、 b 分别表示小球轨道的最低点和最高点,则杆对球的作用力可能是 ()

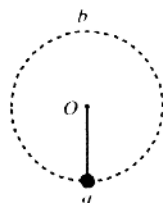


图1-5

- a 处为拉力, b 处为拉力
 - a 处为拉力, b 处为推力
 - a 处为推力, b 处为拉力
 - a 处为推力, b 处为推力
- 一物体放置在倾角为 θ 的斜面上,斜面固定于加速上升的电梯中,加速度为 a ,如图1-6所示,在物体始终相对于斜面静止的条件下,下列说法中正确的是 ()
 - 当 θ 一定时, a 越大,斜面对物体的正压力越小
 - 当 θ 一定时, a 越大,斜面对物体的摩擦力越大
 - 当 a 一定时, θ 越大,斜面对物体的正压力越小
 - 当 a 一定时, θ 越大,斜面对物体的摩擦力越小

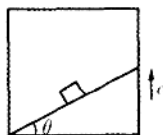


图1-6

- 汽车拉着拖车在水平道路上沿直线加速行驶,根据牛顿运动定律可知 ()
 - 汽车拉拖车的力大于拖车拉汽车的力
 - 汽车拉拖车的力等于拖车拉汽车的力
 - 汽车拉拖车的力大于拖车受到的阻力
 - 汽车拉拖车的力等于拖车受到的阻力
 - ①②
 - ①④
 - ②③
 - ②④
- 如图1-7所示, A 、 B 两条直线是在 A 、 B 两地分别用竖直向上的力 F 拉质量分别为 m_A 和 m_B 的两个物体得出的加速度 a 与力 F 之间的关系图线,分析图线可知 ()
 - 比较两地的重力加速度,有 $g_A < g_B$
 - 比较两物体的质量,有 $m_A < m_B$
 - 比较两地的重力加速度,有 $g_A > g_B$

④比较两物体的质量,有 $m_A > m_B$

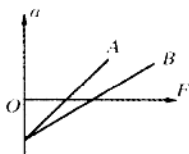


图 1-7

A. ②③ B. ①② C. ①④ D. ③④

7. 在天体演变的过程中,红色巨星发生“超新星爆炸”后,可能形成中子星(电子被迫同原子核中的质子相结合而形成中子),中子星具有极高的密度。若已知某中子星的密度为 $1.0 \times 10^{14} \text{ kg/M}^3$,该中子星的卫星绕它做圆周运动,试求该中子星的卫星运行的最小周期。(引力恒量 $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$)
8. 蹦床有“空中芭蕾”之称,在 2001 年 11 月广东举行的第九届全运会上,蹦床首次被列入正式比赛项目。下列图 1-8 中能反映运动员从高处落到蹦床后又被弹回过程中,加速度随时间变化情况的是

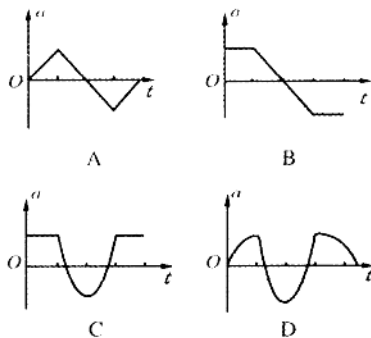


图 1-8

9. 2002 年 3 月 25 日,从酒泉载人航天发射场发射升空的“神舟”三号飞船,巡天 540 余万公里后,于 4 月 1 日安全准确返回降落,这表明我国的载人航天即将实现。

- (1) 在轨道上为了将燃料已烧完的推进火箭和“神舟”号飞船分开,采用引爆爆炸栓中的炸药,炸断螺栓,同时将飞船和火箭分别向前和向后推而使两者分离,则分离后飞船将_____。
- A. 进入较低轨道飞行
B. 仍在原轨道飞行
C. 进入较高轨道飞行
D. 以上三种情况都有可能
- (2) “神舟”三号飞船遨游太空 6 天 18 小时,在预定轨道上绕地球运行,若将其轨道视为离地面高度为 300km 的圆轨道,则飞船此次共绕地球运行了多少圈? 已知地球半径为 6400km,地球表面重力加速度为 9.8 m/s^2
- (3) “神舟”三号返回舱降至离地面约 10km 时,回收着陆系统弹出并打开降落伞减速至舱离地面约 1m 时,其速度仍达 14m/s,这实现软着陆(即使其落地时速度为零),此时启动 5 支反推

力火箭,若返回舱质量为 10^4 kg ,则每支火箭的平均推力约为多大?



功能关系

一、概述

功能关系是力学的核心内容之一,是运用能量观点解题的综合体现,在理科综合考试中均属于 II 级要求,一直是考查的热点和重点。功能关系即功是能量转化的量度,在高中阶段功能关系有三种具体形式:

(1) 合外力做功的过程是物体的动能与其他形式的能相互转化的过程,合外力所做的功是物体动能变化的量度。动能定理($W_{\text{合}} = E_{k2} - E_{k1}$)。

(2) 重力做功的过程是重力势能和其他形式的能相互转化的过程,重力做功是重力势能变化的量度,数学表达式为 $W_G = E_{p1} - E_{p2}$ 。

(3) 重力以外的力做功的过程是机械能和其他形式的能相互转化的过程,重力外的力做功是机械能变化的量度,即 $W_{\text{非重}} = E_2 - E_1$,若 $W_{\text{非重}} = 0$ 即 $\Delta E = E_2 - E_1 = 0$,则机械能守恒,这就是机械能守恒定律。

功能关系中各个表达式都是标量式,相对于运用牛顿运动定律解题这是优势之一,另一大优势是运用功能关系解题往往可以“只管过程的两头,而无需顾及过程细节”,这与运用牛顿运动定律解题恰恰相反,因此运用功能关系解题,解题过程往往显得简洁明了,这有利于提高解题速度和正确率,当然不要生搬硬套,而是要结合题目实际,并不是所有题目均可用功能关系求解。

二、例析

例 1 (2002 年全国理科综合)质点所受的力 F 随时间变化的规律如图 1-9 所示,力的方向始终在一直线上,已知 $t=0$ 时质点的速度为零,在图示 t_1 、 t_2 、 t_3 和 t_4 各时刻中,哪一时刻质点的动能最大 ()

A. t_1 B. t_2 C. t_3 D. t_4

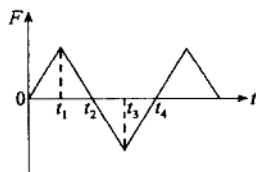


图 1-9

【解】 由动能定理 $W = \frac{1}{2}mv^2 - 0$ 可得,在 t_2 时刻前力 F 方向没有改变,给质点所做的总功不断增大,使质点动能不断增大,即速度不断增大,而当 t_2 后,力 F 反向,合功开始减小,动能随之减小,速度开始减小,故 t_2 时刻速度最大,正确答案为 B。

答案: B

点评: 本题解法很多,也可以用牛顿运动定律求解: $t=0$ 时质点速度为零,当施加力 F 后,质点加速运动,因为力 F 在 $t=t_2$ 前方向一直没有改变,因此在 t_2 前质点一直处于加速状态, t_2 时刻速度达最大, t_2 后力 F 反向,但速度不可能突变,因此 t_2 后加速度与速度反向,质点做减速运动,所以质点在 t_2 时刻速度最大,显然用动能定理解题来的直观。



(2000 年全国理科综合)如图 1-10 所示, DO 是水平面, AB 是斜面, 初速为 v_0 的物体从 D 点出发沿 DBA 滑动到顶点 A 时速度刚好为零, 如果斜面改为 AC , 让该物体从 D 点出发沿 DCA 滑动到 A 点且速度刚好为零, 则物体具有的初速度 (已知物体与路面之间的动摩擦因数处处相同且不为零) ()

- A. 大于 v_0 B. 等于 v_0
C. 小于 v_0 D. 取决于斜面的倾角

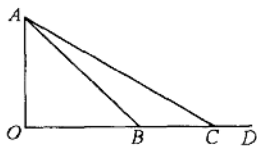


图 1-10

【解】 (1) 从 $D \rightarrow B \rightarrow A$ 全程研究, 根据动能定理得:

$$-\mu mg \overline{BD} - \mu mg \cos \alpha \cdot \overline{BA} - mgh = 0 - \frac{1}{2}mv_0^2$$

$$\Rightarrow \mu mg(\overline{DB} + \overline{BA}) + mgh = \frac{1}{2}mv_0^2$$

$$\Rightarrow \mu mg \overline{OD} + mgh = \frac{1}{2}mv_0^2 \quad (1)$$

(2) 从 $D \rightarrow C \rightarrow A$ 全程研究, 根据动能定理得:

$$-\mu mg \overline{CD} - \mu mg \cos \alpha \cdot \overline{CA} - mgh = 0 - \frac{1}{2}mv^2$$

$$\Rightarrow \mu mg(\overline{CD} + \overline{CA}) + mgh = \frac{1}{2}mv^2$$

$$\Rightarrow \mu mg \overline{OD} + mgh = \frac{1}{2}mv^2 \quad (2)$$

比较 (1)(2) 式可得 $v = v_0$, 所以正确答案是 B.

答案: B

点评: 注意领会运用动能定理解题的两种基本策略.



(2002 年全国理科综合)在光滑水平地面上有两个相同的弹性小球 A、B, 质量都为 m , 现 B 球静止, A 球向 B 球运动, 发生正碰. 已知碰撞过程中总机械能守恒, 两球压缩最紧时的弹性势能为 E_p , 则碰前 A 球的速度等于 ()

- A. $\sqrt{\frac{E_p}{m}}$ B. $\sqrt{\frac{2E_p}{m}}$
C. $2\sqrt{\frac{E_p}{m}}$ D. $2\sqrt{\frac{2E_p}{m}}$

【解】 压缩最紧时两球速度相同, 由动量守恒和机械能守恒定律得: $mv_1 + 0 = (m+m)v$, $\frac{1}{2}mv_1^2 + 0 = \frac{1}{2}(m+m)v^2 + E_p$, 联立求解得: $v_1 = 2\sqrt{\frac{E_p}{m}}$, 正确答案是 C.

答案: C

点评: 本题中的“弹簧·物块(或球)”模型重要而且常见, 解决这类问题具有相当的技巧性, 希望考生予以重视并落实.



(2003 年全国理科综合)一传送带装置示意如图 1-11, 其中传送带经过 AB 区域时是水平的, 经过 BC 区域时变为圆弧形(圆弧由光滑模板形成, 未画出), 经过 CD 区域时是倾斜的, AB 和 CD 都与 BC 相切. 现将大量的质量均为 m 的小货箱一个接一个在 A 处

放到传送带上, 放置时初速为零, 经传送带运送到 D 处, D 和 A 的高度差为 h . 稳定工作时传送带速度不变, CD 段上各箱等距排列, 相邻两箱的距离为 L . 每个箱子在 A 处投放后, 在到达 B 之前已经相对于传送带静止, 且以后也不再滑动(忽略经 BC 段时的微小滑动). 已知在一段相当长的时间 T 内, 共运送小货箱的数目为 N . 这装置由电动机带动, 传送带与轮子间无相对滑动, 不计轮轴处的摩擦, 求电动机的平均输出功率 P .

【解】 以地面为参考系, 设传送带的运动速度为 v_0 , 在水平段运输的过程中, 小货箱先在滑动摩擦力作用下做匀加速运动, 设这段路程为 s , 所用时间为 t , 加速度为 a , 则对小箱有

$$s = \frac{1}{2}at^2, v_0 = at$$

在这段时间内, 传送带运动的路程为 $s_0 = v_0 t$

由以上三式可得 $s_0 = 2s$

用 f 表示小箱与传送带之间的滑动摩擦力, 则传送带对小箱做功为 $A = fs = \frac{1}{2}mv_0^2$

传送带克服小箱对它的摩擦力做功

$$A_0 = fs_0 = 2 \cdot \frac{1}{2}mv_0^2$$

两者之差就是克服摩擦力做功发出的热量

$$Q = \frac{1}{2}mv_0^2$$

可见, 在小箱加速运动过程中, 小箱获得的动能与发热量相等.

T 时间内, 电动机输出的功为 $W = \overline{P}T$

此功用于增加小箱的动能、势能以及克服摩擦力发热, 即

$$W = \frac{1}{2}Nm v_0^2 + Nmgh + NQ$$

已知相邻两小箱的距离为 L , 有 $v_0 T = NL$

$$\text{联立以上四式得 } \overline{P} = \frac{Nm}{T} \left[\frac{N^2 L^2}{T^2} + gh \right]$$

点评: 本题是一道典型的考查功能关系的综合题, 很能够体现考生的综合应用能力.

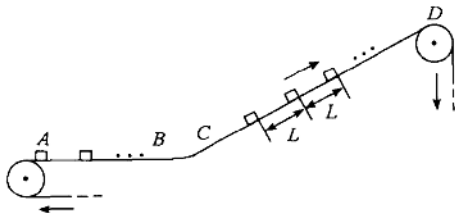


图 1-11

练习二

- 蹦极运动员将一根弹性长绳系在身上, 弹性长绳的另一端固定在跳台上, 运动员从跳台上跳下. 如果把弹性长绳看做是轻弹簧, 运动员看做是质量集中在重心处的质点, 忽略空气阻力, 那么下列论述: ①运动员的速度最大时, 系统的重力势能和弹性势能的总和最大; ②运动员的速度最大时, 系统的重力势能和弹性势能的总和最小; ③运动员下落到最低点时, 系统的重力势能最小, 弹性势能最大; ④运

动员下落到最低点时,系统的重力势能最大,弹性势能最大,其中正确的是 ()

- A. ①③
C. ②③

- B. ①④
D. ②④

2. 有一边长为 L 的正方形线框,质量为 m ,由高度为 H 处自由下落,如图 1-12. 其下边 ab 进入匀强磁场区域后,线框开始减速运动,直到其上边 cd 刚好穿出磁场时速度减为 ab 边刚进入磁场时速度的一半. 此匀强磁场的宽度是 L ,线框在穿越匀强磁场过程中产生的焦耳热 Q 是 ()

- A. $2mgL$
C. $2mgL - \frac{3}{4}mgH$
B. $2mgL + mgH$
D. $2mgL + \frac{1}{4}mgH$

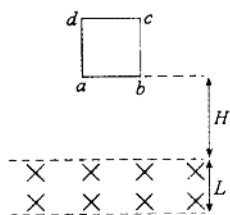


图 1-12

3. 在光滑的水平面上,静置着一质量为 M 的木块,一颗质量为 m 的子弹以速度 v_0 水平射向木块,穿出木块后,子弹速度减为 v_1 ,木块速度增为 v_2 ,在此过程中,下列说法不正确的是 ()

- A. 子弹克服阻力所做的功为 $\frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$
B. 子弹对木块的作用力所做的功为 $\frac{1}{2}Mv_2^2$
C. 子弹减少的机械能等于木块增加的机械能
D. 子弹穿越木块过程中产生的内能为

$$\frac{1}{2}mv_0^2 - \left(\frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2}Mv_2^2 \right)$$

4. 如图 1-13 所示, M 、 N 为水平放置的带等量异号电荷的平行金属板,带电微粒 P 悬浮于其中,距上、下两板均为 2cm , M 、 N 两板上各有一小孔 A 和 B ,且 A 、 P 、 B 在同一竖直线上. 在 P 点正下方距 P 点 $h = 16.8\text{cm}$ 的 C 点处,有一质量与 P 相等的不带电微粒,以 $v_0 = 2.0\text{m/s}$ 的初速度竖直上抛,从 B 孔进入电场,到达 P 点后在极短时间内与 P 合为一粒,不计空气阻力,求合并后微粒飞出电场时的速度. (取 $g = 10\text{m/s}^2$)

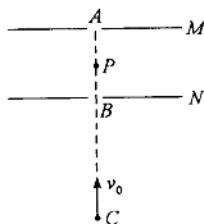


图 1-13

5. 一个质量为 60kg 的滑雪运动员,从静止从高山山坡上滑下,下落 20m 高后滑至一水平面上,继续滑出后飞落在倾角为 37° 的斜坡上,如图 1-14 所示,若落地点到水平飞出点的距离为 100m ,忽略一切阻力,

求在滑雪过程中撑杆对运动员做的功是多少? (g 取 10m/s^2)

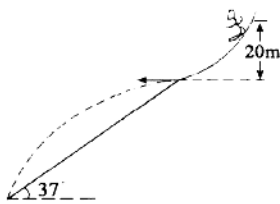


图 1-14

6. 大型车部有列车编组用的驼峰,将需要编组的车厢用火车头推到驼峰顶上,让它以极小的初速度(可以视为零)开始沿斜坡下滑,到坡底时,利用道岔组把它引导到规定的轨道上和其它车厢撞接,实现编组图 1-15. 图中两节车厢的质量均为 m ,车轮与铁轨的动摩擦因数均为 μ ,斜坡高为 h ,从驼峰顶到斜坡底的水平距离为 s_1 ,A 车厢从坡顶由静止下滑,B 车厢原来静止在坡底处,两车撞接后不再分开(两车厢的长度都忽略不计)求:

- (1) A 车厢到达坡底时的动能 E_k ;
(2) 两车撞接瞬间的动能损失 ΔE_k ;
(3) 两车撞接后共同滑行的最大距离 s_m .

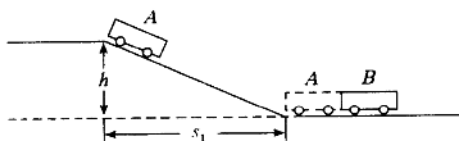


图 1-15

7. 为了缩短航空母舰上飞机起飞前行驶的距离,通常用弹簧弹出飞机,使飞机获得一定的初速度,进入跑道加速起飞. 某飞机采用该方法获得的初速度为 v_0 之后,在水平跑道上以恒定功率 P 沿直线加速,经过时间 t ,离开航空母舰且恰好达到最大速度 v_m . 设飞机的质量为 m ,飞机在跑道上加速时所受阻力大小恒定,求:

- (1) 飞机在跑道上加速时所受阻力 f 的大小.
(2) 航空母舰上飞机跑道的最小长度 s .

8. 如图 1-16 所示,直角三角形的斜边倾角为 30° ,底边 BC 长为 $2L$,处在水平位置,斜边 AC 是光滑绝缘的,在底边中点 O 处放置一正电荷 Q ,一个质量为 m ,电量为 q 的带负电的质点从斜面顶端 A 沿斜边滑下,滑到斜边上的垂足 D 时速度为 v .

- (1) 在质点的运动中不发生变化的是

- ① 动能
② 电势能与重力势能之和
③ 动能与重力势能之和
④ 动能、电势能、重力势能三者之和

- (2) 该质点滑到非常接近斜边底端 C 点时速度 v_c 为多少?

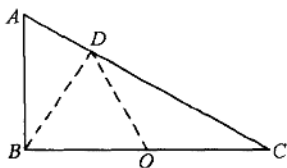


图 1-16

9. 有一台内阻及损耗不计的直流发电机, 其定子的磁场恒定, 先把它的电枢线圈(转子)与一电阻 R 连接, 再在电枢的转轴上缠绕足够长的轻绳, 绳下挂一质量为 m 的重物, 如图 1-17 甲所示, 重物最终以速度 v_1 匀速下落. 现将一电动势为 E 、内阻不计的电源接入电路中, 使发电机作电动机使用, 如图乙所示, 悬挂的重物不变, 最后重物匀速上升, 求重物上升的速率 v_2 .

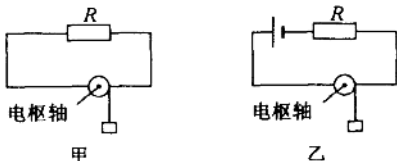


图 1-17

10. 质量为 m 的钢板与直立轻弹簧的上端连接, 弹簧下端固定在地上. 平衡时, 弹簧的压缩量为 x_0 . 如图 1-18 所示, 一物块从钢板正上方距离为 $3x_0$ 的 A 处自由落下, 打在钢板上并立刻与钢板一起向下运动, 但不粘连. 它们到达最低点后又向上运动. 已知物块质量也为 m 时, 它们恰能回到 O 点. 若物块质量为 $2m$, 仍从 A 处自由落下, 则物块与钢板回到 O 点时, 还具有向上的速度. 求物块向上运动到达的最高点与 O 点的距离.

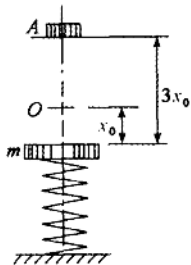


图 1-18

振动和波

一、概述

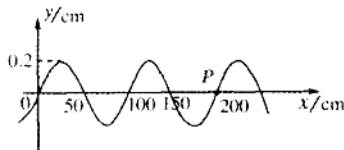
《考试说明》中涉及振动和波的考点共 7 个, 其中①弹簧振子, 简谐运动, 简谐运动的振幅、周期和频率, 简谐运动的图象②单摆及周期公式③振动在介质中的传播, 横波的图象, 波长、频率和波速的关系是 II 级要求, 其余均是 I 级要求. 近几年理科综合考试考查的重点很突出, 集中在两个 B 级要求考点上: 一是振动和波的关联, 二是波长、波速和频率的关系.

且都以振动和波的图象为依托进行考查. 针对理科综合的考查实际, 考生应掌握以下必备知识: ①振动和波的图象的物理意义理解; ②波的传播机理理解, 重点领会振动和波的传播的关系; ③波长、波速和频率(周期)的关系: $v = \lambda f = \frac{\lambda}{T}$; ④质点的振动方向与传播方向的关系, 各质点起振方向的判断. 当然其他一些属于冷门但又比较重要的知识点, 也应做好准备, 如单摆、共振、波的叠加原理等.

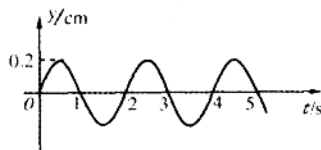
二、例析

【例 1】 (2001 年全国理科综合) 图 1-19 中甲所示为一列简谐横波在 $t=20\text{s}$ 时的波形图, 图 1-19 中乙是这列波中 P 点的振动图线, 那么该波的传播速度和传播方向是 ()

- A. $v=25\text{cm/s}$, 向左传播
B. $v=50\text{cm/s}$, 向左传播
C. $v=25\text{cm/s}$, 向右传播
D. $v=50\text{cm/s}$, 向右传播



甲



乙

图 1-19

【解】 由图甲可知 $\lambda=100\text{cm}$, 由图乙可知 $T=2\text{s}$, 得 $v=\lambda/T=50\text{cm/s}$. 图 1 中, 在质点 P 靠近波源一方附近(不超过 $\lambda/4$) 图象上找质点 P', 若 P 向上运动, 则 P' 在 P 的上方; 若 P 向下运动, 则 P' 在 P 的下方. 由图乙可知, $t=20\text{s}$ 时 P 正向上运动, 所以 P' 在 P 的上方, 即 P' 点靠近波源一方, 由此可以确定波源在 P 的右侧, 波向左传播, 正确答案为 B.

答案: B

点评: 振动与波动的图象和振动与波的关联始终是本部分内容考查的重点.

【例 2】 (2000 年全国理科综合) 图 1-20 中实线表示横波甲和横波乙在 t 时刻的波形图线, 经过 1s 后, 甲的波峰 A 移到 A' 点, 乙的波峰 B 移到 B' 点, 如图 1-20 中虚线所示, 下列说法中正确的是 ()

- ①波甲的波长大于波乙的波长
②波甲的速度小于波乙的速度
③波甲的周期等于波乙的周期
④波甲的频率小于波乙的频率
A. ①② B. ②③ C. ①④ D. ①③

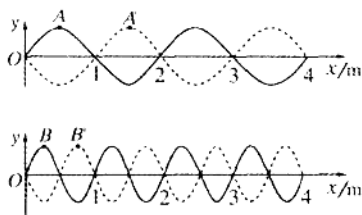


图 1-20

【解】 由图可知, $\lambda_{甲} > \lambda_{乙}$; 经过相同时间后, 甲的波峰 A 移到 A' 点, 乙的波峰 B 移到 B' 点, 由此判断甲、乙两波的传播方向均为向右, 且都传播了 $\lambda/2$, 需要时间 $T/2$, 得甲、乙周期相等, 则甲、乙频率相等, 波速 $v = \lambda/T$, 由上述可知 $v_{甲} > v_{乙}$, 故正确答案为 D

答案: D

点评: 振动与波动的最大特点是周期性, 由周期性而导致多解性是解答振动与波类试题常常要引起注意的问题, 但是本题却反其道而行之, 不需要考虑周期性(题意已明确), 解题时易误入歧途。

例 3 (2002 年春季理科综合) 图 1-21 中所示为一简谐横波在某一时刻的波形图, 已知此时质点 A 正向上运动, 如图中箭头所示, 由此可断定此横波 ()

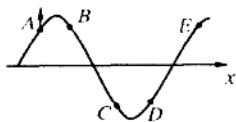


图 1-21

- 向右传播, 且此时质点 B 正向上运动
- 向右传播, 且此时质点 C 正向下运动
- 向左传播, 且此时质点 D 正向上运动
- 向左传播, 且此时质点 E 正向下运动

【解】 在质点 A 靠近波源一方附近(不超过 $\lambda/4$) 图象上找质点 A', 若 A 向上运动, 则 A' 在 A 的上方; 若 A 向下运动, 则 A' 在 A 的下方, 由图可知, A 向上运动, 则 A' 在 A 的上方, 如下图 1-22, 即点 A' 靠近波源一侧, 波向左传播, 在质点 B 靠近波源一方附近(不超过 $\lambda/4$) 图象上找质点 B', B' 在 B 的下方, 则 B 向下运动, 同理可判断 C 向下运动, D 向上运动, E 向上运动, 正确答案为 C。

答案: C

点评: 不少考生常常为判断质点的振动方向而苦恼, 这里有一个经验方法: “下坡上, 上坡下”, 喻意为面朝波的传播方向行走, 下坡处所有质点皆向上振动, 上坡处所有质点皆向下振动, 不妨试试。

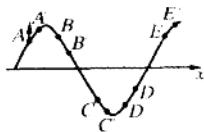


图 1-22

练习三

- 一列横波在 $t=0$ 时刻的波形如图 1-23 中实线所示, 在 $t=1$ s 时刻的波形如图中虚线所示, 由此可以判定此波的 ()
 - 波长一定是 4 cm
 - 周期一定是 4 s
 - 振幅一定是 2 cm
 - 传播速度一定是 1 cm/s

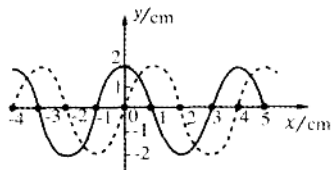


图 1-23

- 如图 1-24 所示, S_1 、 S_2 是振动情况完全相同的两个机械波源, 振幅为 A, a、b、c 三点分别位于 S_1 、 S_2 连线的中垂线上, 且 $ab=bc$, 某时刻 a 是两列波的波峰相遇点, c 是两列波的波谷相遇点, 则 ()

- a 处质点的位移始终为 2A
- c 处质点的位移始终为 -2A
- b 处质点的振幅为 2A
- a 处质点的振幅为 2A

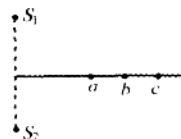


图 1-24

- 将一个电动传感器接到计算机上, 就可以测量快速变化的力, 用这种方法测得的某单摆摆动时悬线上拉力的大小随时间变化的曲线如图 1-25 所示, 某同学由此图线提供的信息做出了下列判断

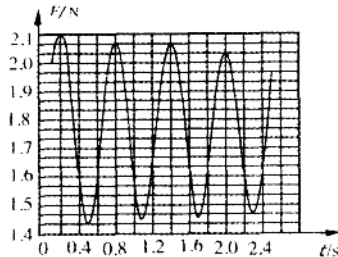


图 1-25

- ① $t=0.2$ s 时摆球正经过最低点
- ② $t=1.1$ s 时摆球正经过最低点
- ③ 摆球摆动过程中机械能减小
- ④ 摆球摆动的周期是 $T=1.4$ s

上述判断中, 正确的是

- ①③
- ②③
- ③④
- ②④

- 在水平方向做简谐运动的弹簧振子, 振动周期为

- T, 振幅为 A, 那么 ()
- ①在任意 $T/4$ 的时间内, 振子通过的路程一定等于 A
 - ②在任意 $T/2$ 的时间内, 振子通过的路程一定等于 2A
 - ③在任意 $T/2$ 的时间内, 回复力做的功一定等于零
 - ④在任意 $T/2$ 的时间内, 回复力的冲量一定等于零

- A. ①②③ B. ②③ C. ①② D. ①②③④
5. 有一列沿水平绳传播的简谐横波, 频率为 10 Hz, 振动方向沿竖直方向. 当绳上的质点 P 到达其平衡位置且向下运动时, 在其右方相距 0.6 m 处的质点 Q 刚好到达最高点. 由此可知波速和传播方向可能是 ()

- A. 8 m/s, 向右传播 B. 8 m/s, 向左传播
C. 24 m/s, 向右传播 D. 24 m/s, 向左传播
6. 如图 1-26 所示, 有四列简谐波同时沿 x 轴正方向传播, 波速分别是 $v, 2v, 3v$ 和 $4v$, a、b 是 x 轴上所给定的两点, 且 $ab=1$. 在 t 时刻 a、b 两点间四列波的波形分别如图所示, 则由该时刻起 a 点出现波峰的先后顺序依次是图 _____; 频率由高到低的先后顺序依次是图 _____.

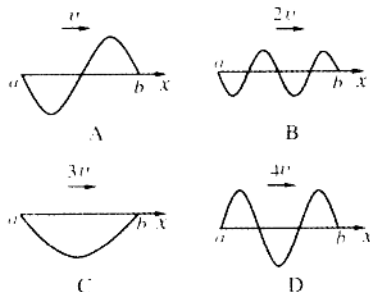


图 1-26

7. 如图 1-27, 沿波的传播方向上, 有间距均为 1 m 的六个质点 a、b、c、d、e、f, 均静止在各自的平衡位置. 一列简谐横波以 1 m/s 的速度水平向右传播. $t=0$ 时刻到达质点 a, a 开始由平衡位置向上运动. $t=1 \text{ s}$ 时, a 第一次到达最高点, 则在 $1 \text{ s} < t < 5 \text{ s}$ 这段时间内 ()

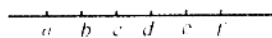


图 1-27

- A. a 的速度逐渐增大 B. b 的加速度逐渐增大
C. c 的位移逐渐增大 D. d 正向上运动
8. 一列以 $v=20 \text{ m/s}$ 的速度向 x 轴正方向传播的横波在某时刻的图象如图 1-28 所示, 经 0.5 s 后平衡位置处的 P 质点的坐标将是 ()

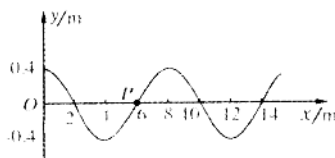


图 1-28

- A. 6 m, 0 B. 16 m, -0.4 m
C. 16 m, 0.4 m D. 6 m, -0.4 m

9. 如图 1-29 所示, 一列简谐横波沿 x 轴正方向传播, 振源在 O 点, 波速为 1 m/s , 振幅为 4 cm, 频率为 2.5 Hz. 若 $t=0$ 时刻距 O 点为 0.2 m 的 P 点第 1 次位于其平衡位置上方最大位移处, 由此可知在距 P 点 1.1 m 的 Q 点 ()
- A. Q 点的起振方向向下
 - B. Q 点在 1.1 s 时的位移是 -4 cm
 - C. Q 点在 1.2 s 时振动速度达到最大值
 - D. Q 点在 $t=0$ 到 $t=1.3 \text{ s}$ 这段时间通过的路程是 13 cm



图 1-29

10. 简谐横波某时刻的波形图线如图 1-30 所示, 由此图可知 ()

- A. 若质点 a 向下运动, 则波是从左向右传播的
- B. 若质点 b 向上运动, 则波是从左向右传播的
- C. 若波从右向左传播, 则质点 c 向下运动
- D. 若波从右向左传播, 则质点 d 向上运动

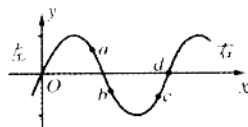


图 1-30

电场力做功

一、概述

电场力做功问题既可认为是个知识点, 也可认为是个综合问题. 它能够较好地考查考生的理解能力、分析综合能力. 理科综合连续三年对它进行了考查, 如 2000 年的第 30 大题, 2001 年的第 21(见例 1)、30 题, 2002 年的第 30 大题(见例 3). 作为知识点, 电场力所做的功 W 往往从下面三条途径来求解: ①功的定义式: $W=qU$; ②动能定理: $W=\Delta E_k$; ③能量转化: $W=-\Delta \epsilon$. 作为综合问题, 电场力做功往往与电场的性质、带电粒子在电场中的运动、能量转化与守恒等问题等相结合.

“电场力做功的特点”是本热点必备知识, 对它应该很好地予以掌握: ①电荷在静电场中任两点间移动时, 电场力所做的功和这两点间的电势差有关, 而与电荷运动的路径无关(这类似于重力做功), 表达式为 $W=qU$; ②电场力做了多少正功, 电荷的电势能就减少多少, 电荷克服电场力做了多少功, 电荷的电势能就增加多少, 表达式为 $W=-\Delta \epsilon$; ③若只有电场力做功, 则电荷的动能与电势能互相转化, 而总和保持不变, 表达式为 $\Delta E_k = -\Delta \epsilon$; ④电荷在同一等势面上两点间移动, 或电荷的初末位置在同一等势面上, 则电场力做功为零, 电荷的电势能不发生变化.

二、例析

(2002 年全国综合江豫卷) 图 1-31 中 a、

b, c, d, e 五点在同一直线上, b, c 两点间的距离等于 d, e 两点间的距离. 在 a 点固定放置一个点电荷, 带电量为 $+Q$. 已知在 $+Q$ 的电场中 b, c 两点间的电势差为 U . 将另一个点电荷 $-q$ 从 d 点移动到 e 点的过程中

()

- A. 电场力做功 qU
 B. 克服电场力做功 qU
 C. 电场力做功大于 qU
 D. 电场力做功小于 qU

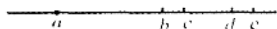


图 1-31

【解】根据电荷间相互作用规律, 同种电荷互相排斥, $+Q$ 对 $-q$ 的电场力方向为 $-Q$ 指向 $+q$, 与 $-q$ 的位移方向相同, 所以电场力做正功. 点电荷 $+Q$ 产生的电场为 $E = k \frac{Q}{r^2}$, d, e 间的电场比 b, c 间的电场弱, d, e 两点间的距离等于 b, c 两点间的距离, 所以 d, e 两点间的电势差小于 b, c 间的电势差 U , $-q$ 从 d 点移动到 e 点的过程中, 电场力做功小于 qU , 故正确答案为 D.

答案: D

例 2 (2002 年全国理科综合) 有三根长度皆为 $l = 1.00 \text{ m}$ 的不可伸长的绝缘轻线, 其中两根的一端固定在天花板上的 O 点, 另一端分别挂有质量皆为 $m = 1.00 \times 10^{-2} \text{ kg}$ 的带电小球 A 和 B , 它们的电量分别为 $-q$ 和 $+q$, $q = 1.00 \times 10^{-6} \text{ C}$. A, B 之间用第三根线连接起来, 空间中存在大小为 $E = 1.00 \times 10^6 \text{ N/C}$ 的匀强电场, 场强方向沿水平向右. 平衡时 A, B 球的位置如图 1-32 所示. 现将 O, B 之间的线烧断, 由于有空气阻力, A, B 球最后会达到新的平衡位置. 求最后两球的机械能与电势能的总和与烧断前相比改变了多少. (不计两带电小球间相互作用的静电力)

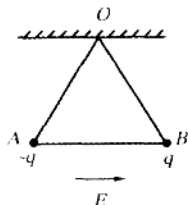


图 1-32

【解】图 1-33 中虚线表示 A, B 球原来的平衡位置, 实线表示烧断后重新达到平衡的位置, 其中 α, β 分别表示细线 OA 、 AB 与竖直方向的夹角.

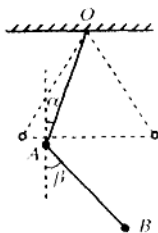


图 1-33

A 球受力如图 1-34 甲所示: 重力 mg , 竖直向下; 电场力 qE , 水平向左; 细线 OA 对 A 的拉力 T_1 , 方向如图; 细线 AB 对 A 的拉力 T_2 , 方向如图. 由平衡条件

$$T_1 \sin \alpha + T_2 \sin \beta = qE \quad (1)$$

$$T_1 \cos \alpha = mg + T_2 \cos \beta \quad (2)$$

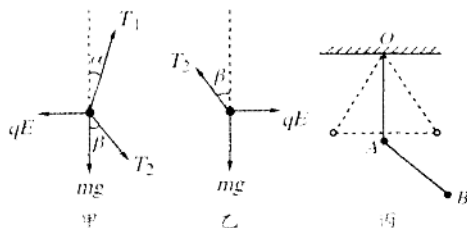


图 1-34

B 球受力如图 1-34 乙所示: 重力 mg , 竖直向下; 电场力 qE , 水平向右; 细线 AB 对 B 的拉力 T_2 , 方向如图. 由平衡条件

$$T_2 \sin \beta = qE \quad (3) \quad T_2 \cos \beta = mg \quad (4)$$

联立以上各式并代入数据, 得 $\alpha = 0, \beta = 45^\circ$

由此可知, A, B 球重新达到平衡的位置如图 1-34 丙所示, 与原来位置相比,

$$A \text{ 球的重力势能减少了 } E_A = mgl(1 - \sin 60^\circ) \quad (5)$$

$$B \text{ 球的重力势能减少了 } E_B = mgl(1 - \sin 60^\circ + \cos 45^\circ) \quad (6)$$

$$A \text{ 球的电势能增加了 } W_A = qEl \cos 60^\circ \quad (7)$$

$$B \text{ 球的电势能减少了 } W_B = qEl(\sin 45^\circ - \sin 30^\circ) \quad (8)$$

$$\text{两种势能总和减少了}$$

$$W = W_B - W_A + E_A + E_B = 6.8 \times 10^{-2} \text{ J}$$

例 3 (2001 年全国理科综合) 图 1-35 所示是一个平行板电容器, 其电容为 C , 带电量为 Q , 上极板带正电. 现将一个试探电荷 q 由两极板间的 A 点移动到 B 点, 如图 1-35 所示. A, B 两点间的距离为 s , 连线 AB 与极板间的夹角为 30° , 则电场力对试探电荷 q 所做的功等于 ()

- A. $\frac{qCs}{Qd}$ B. $\frac{qQs}{Cd}$
 C. $2 \frac{qQs}{Cd}$ D. $\frac{qCs}{2Qd}$

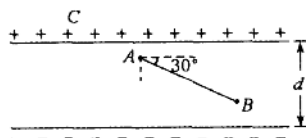


图 1-35

【解】根据电容的定义式可知平行板电容器两极板间的电压为 $U = \frac{Q}{C}$, 平行板电容器两极板间的电场可看作匀强电场, 可知电场强度为 $E = \frac{U}{d} = \frac{Q}{Cd}$, 得 A, B 两点的电势差为 $U_{AB} = Ed_{AB} = \frac{Q}{Cd} s \cdot \sin 30^\circ = \frac{Qs}{2Cd}$, 所以电场力对试探电荷 q 所做的功为 $W = qU_{AB} = \frac{qQs}{2Cd}$, 故正确答案为 C.

答案:C

点评:运用 $W=qU$ 来计算电场力做功是近几年考查重点,本题关键在于求解 A、B 两点间的电势差 U 。

练习四

1. 如图 1-36 所示,在粗糙水平面上固定一点电荷 Q ,在 M 点无初速释放一带有恒定电量的小物块,小物块在 Q 的电场中运动到 N 点静止,则从 M 点运动到 N 点的过程中 ()



图 1-36

- A. 小物块所受电场力逐渐减小
B. 小物块具有的电势能逐渐减小
C. M 点的电势一定高于 N 点的电势
D. 小物块电势能变化量的大小一定等于克服摩擦力做的功
2. 如图 1-37, 虚线 a 、 b 和 c 是某静电场中的三个等势面, 它们的电势分别为 U_a 、 U_b 和 U_c , $U_a > U_b > U_c$, 一带正电的粒子射入电场中, 其运动轨迹如实线 $KLMN$ 所示, 由图可知 ()
- A. 粒子从 K 到 L 的过程中, 电场力做负功
B. 粒子从 L 到 M 的过程中, 电场力做负功
C. 粒子从 K 到 N 的过程中, 电势能增加
D. 粒子从 M 到 N 的过程中, 动能减少

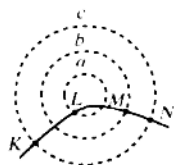


图 1-37

3. 图 1-38 中, a 、 b 、 c 、 d 、 e 五点在同一直线上, b 、 c 两点间的距离等于 d 、 e 两点间的距离, 在 a 点固定放置一个点电荷, 带电量为 $+Q$, 已知在 $+Q$ 的电场中 b 、 c 两点间的电势差为 U , 将另一个点电荷 $+q$ 从 d 点移动到 e 点的过程中 ()
- A. 电场力做功 qU
B. 克服电场力做功 QU
C. 电场力做功大于 qU
D. 电场力做功小于 qU

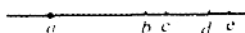


图 1-38

4. 一带电粒子沿图 1-39 中 AB 曲线穿过一匀强电场中的等势面, 且四个等势面的电势关系满足 $U_a > U_b > U_c > U_d$, 若不计粒子所受重力, 则有 ()
- A. 粒子一定带正电
B. 粒子运动轨迹一定是抛物线
C. 粒子从 A 点到 B 点运动过程中电势能增加
D. 粒子从 A 点到 B 点运动过程中动能先减少后增大
5. 如图 1-40 所示的电场中, 一个正电荷从 C 点分别

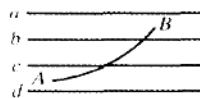


图 1-39

沿直线移到 A 点和 B 点, 在这两种过程中, 均需克服电场力做功, 且做功的数值相同, 有可能满足这种做功情况的电场是 ()

- ①在 y 方向的匀强电场
②负 x 方向的匀强电场
③在第 I 象限内有负点电荷
④在第 IV 象限内有正点电荷
- A. ①② B. ②③ C. ②④ D. ③④

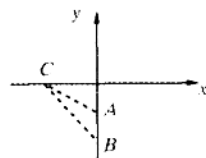


图 1-40

6. 一束质量为 m 、电量为 q 的带电粒子以平行于两极板的速度 v_0 进入匀强电场, 如图 1-41 所示, 如果两极板间电压为 U , 两极板间的距离为 d , 板长为 L , 设粒子束不会击中极板, 则粒子从进入电场到飞出极板时电势能的变化量为 () (粒子的重力忽略不计)

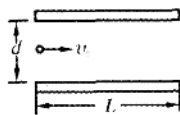


图 1-41

7. 若带正电荷的小球只受到电场力作用, 则它在任意一段时间内 ()
- A. 一定沿电力线由高电势处向低电势处运动
B. 一定沿电力线由低电势处向高电势处运动
C. 不一定沿电力线运动, 但一定由高电势处向低电势处运动
D. 不一定沿电力线运动, 也不一定由高电势处向低电势处运动
8. 两带电小球, 电量分别为 $+q$ 和 $-q$, 固定在一长度为 l 的绝缘细杆的两端, 置于电场强度为 E 的匀强电场中, 杆与场强方向平行, 其位置如图 1-42 所示, 若此杆绕过 O 点垂直于杆的轴线转过 180° , 则在此转动过程中电场力做的功为 ()
- A. 零 B. qEl C. $2qEl$ D. πqEl

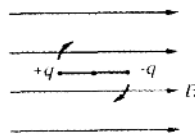


图 1-42

9. 在方向水平的匀强电场中, 电场强度为 E 一不可伸长的不导电细线的一端连着一个质量为 m , 电量为 $+q$ 的带电小球, 另一端固定于 O 点. 把小球拉直至细线与场强平行, 然后无初速释放. 已知小球摆到最低点的另一侧, 线与竖直方向的最大夹角为 θ (如图 1-43), 求小球经过最低点时细线对小球的拉力.

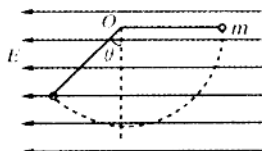


图 1-43

10. 如图 1-44, 三块平行金属板竖直固定在表面光滑的绝缘小车上, 并与车内的电池连接. 小车的总质量为 M . A 、 B 板, B 、 C 板间距均为 L . 金属板 B 、 C 上开有小孔, 两小孔的连线沿水平方向且垂直于三块金属板. 整个装置静止在光滑水平面上. 已知车内电池 G 的电动势为 E_1 , 电池 H 的电动势为 E_2 . 现有一质量为 m , 带电量为 $+q$ 的小球以初速度 v_0 沿两孔连线方向射入小车 (设带电小球不影响板间电场).

求: (1) 小球进入小车中由 C 板向 B 板运动时, 小球和小车各做什么运动?

(2) 证明小球由 C 板到 B 板的过程中, 电场力对球和小车组成的系统做功为 qE_1 .

(3) 为使小球不打到 A 板上, 电池 H 的电动势 E_2 应满足什么条件?

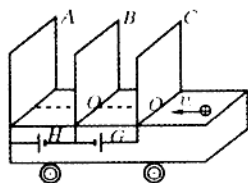


图 1-44

电路分析与计算

一、概述

本热点涉及的考点有: ①电阻的串、并联, 串联电路的分压作用, 并联电路的分流作用; ②电功, 电功率, 串联、并联电路的功率分配; ③电源的电动势和内电阻, 闭合电路的欧姆定律, 路端电压; ④同种电池的串联, 除④外其余均为 II 级要求, 但不要求解含有电流和电动势方向相反的电路和电桥问题.

电路分析和计算是基础, 电磁感应电路和交流电路则是它的延伸和拓展, 相关电学设计型实验 (如电阻测量, 详见热点 12) 也是以此为基础的, 因此本热点是近几年理科综合必考内容之一. 主要考查内容是: 串、并联电路的分压、分流, 局部电路和全电路的分

析和计算, 全电路欧姆定律的运用, 电阻的测量, 规律多、公式多是本部分内容的特点, 对这些规律和公式一定要理解到位, 明确适用条件和范围.

对电磁感应电路可通过电源等效的方法将之转化为稳恒电路, 对交流电路可通过有效值, 将变化的电流看作是不变的电流.

二、例析

(2002 年全国理科综合) 在如图 1-45 所示的电路中, R_1 、 R_2 、 R_3 和 R_4 皆为定值电阻, R_5 为可变电阻, 电源的电动势为 E , 阻为 r . 设电流表 A 的读数为 I , 电压表 V 的读数为 U . 当 R_5 的滑动触点向图中 a 端移动时

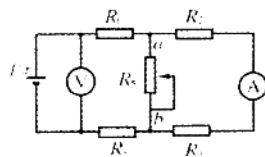


图 1-45

- A. I 变大, U 变小 B. I 变大, U 变大
C. I 变小, U 变大 D. I 变小, U 变小

【解】由“串反并同”法得正确答案 D.

答案: D

点评: 本题主要考查电路的分析. 本题的解法比较多, “串反并同”法是解决这类问题常用的方法, 这种方法是一种经验方法, 所谓“串反并同”, 意为凡与变阻器串联的电路的电流、电压、电功率的变化规律与变阻器的阻值变化规律相反, 并联的相同. 本题中变阻器阻值变小, 电压表、电流表均与变阻器并联, 故电压表、电流表读数均减小. 另外本题也可采用极端分析法, 将变阻器阻值推向极端 a , 即为零, 此时变阻器成了一根导线, 将电流表、 R_3 、 R_4 支路短路, 马上得到正确答案 D. 当然本题最常规的方法是按串、并联电路的规律按部就班地推导, 也可以得到答案 D 正确.

(2001 年全国综合上海卷) 某实验小组用三只相同的小灯泡, 联成如图 1-46 所示的电路, 研究串并联电路特点, 实验中观察到的现象是

- A. K_1 断开, K_2 与 a 连接, 三只灯泡都熄灭
B. K_1 断开, K_2 与 b 连接, 三只灯泡亮度相同
C. K_1 闭合, K_2 与 a 连接, 三只灯泡都发光, L_1 、 L_2 亮度相同
D. K_1 闭合, K_2 与 b 连接, 三只灯泡都发光, L_1 亮度小于 L_2 的亮度

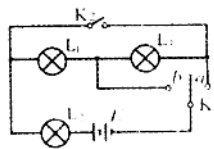


图 1-46

【解】 K_1 断开, 若 K_2 与 a 连接, 三只灯泡应该都亮且亮度相同. 若 K_2 与 b 连接, L_2 、 L_3 亮且亮度相同, L_1 熄灭. K_1 闭合, 若 K_2 与 a 连接, 则只有 L_1 亮, 另两只熄灭. 若 K_2 与 b 连接, 三只灯泡均亮, L_1 、

L_3 亮度相同, L_2 比 L_1 、 L_3 更亮, 因此正确答案是 D.

答案: D

例 3 (2000 年全国理科综合) 电阻 R_1 、 R_2 、 R_3 连成图 1-47 示的电路, 放在一个箱中(虚框所示), 箱面上有三个接线柱 A、B、C 请用多用表和导线设计一个实验, 通过 A、B、C 的测量, 确定各个电阻的阻值, 要求写出实验步骤并用所测值表示电阻 R_1 、 R_2 、 R_3 .

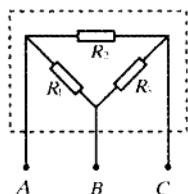


图 1-47

【解】 方法 1: 比较灵活地用导线短接电路进行测量, 实验步骤如下:

- ①用导线连接 BC, 测出 A、B 两点间的电阻值 x ;
- ②用导线连接 AB, 测出 B、C 两点间的电阻值 y ;
- ③用导线连接 AC, 测出 B、C 两点间的电阻值 z ;

$$\text{则有: } \frac{1}{x} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \quad \text{①}, \quad \frac{1}{y} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \quad \text{②},$$

$$\frac{1}{z} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_3} \quad \text{③}$$

$$\text{联立①、②两式得, } \frac{1}{x} - \frac{1}{y} = \frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_3} \quad \text{④}$$

$$\text{联立③、①两式得, } R_1 = \frac{2xyz}{xy + yz - xz}$$

$$\text{同理可得, } R_2 = \frac{2xyz}{yz - xy + xz}$$

$$R_3 = \frac{2xyz}{xy + xz - yz}$$

方法 2: 不用导线短接, 直接测量, 实验步骤如下:

- ①测出 A、B 两点间的电阻 x ;
- ②测出 B、C 两点间的电阻 y ;
- ③测出 A、C 两点间的电阻 z ;

$$\text{则有: } \frac{1}{x} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2 + R_3} \quad \text{①},$$

$$\frac{1}{y} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_1 + R_3} \quad \text{②}, \quad \frac{1}{z} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2 + R_3} \quad \text{③}$$

$$\text{解得: } R_1 = \frac{1}{2(y+z-x)} [2(xy + yz + xz) - x^2 - y^2 - z^2]$$

$$R_2 = \frac{1}{2(x+z-y)} [2(xy + yz + xz) - x^2 - y^2 - z^2]$$

$$R_3 = \frac{1}{2(x+y-z)} [2(xy + yz + xz) - x^2 - y^2 - z^2]$$

点评: 本题是一道以实验为背景的试题, 但是实验的味道淡了点, 更像一道稳恒电路的分析计算题.

练习五

1. 下面是 4 种亮度可调的台灯的电路示意图 1-48, 它们所用的白炽灯泡相同, 且都是“220V, 40W”当灯

泡所消耗的功率都调至 20 瓦时, 哪种台灯消耗的功率最小?

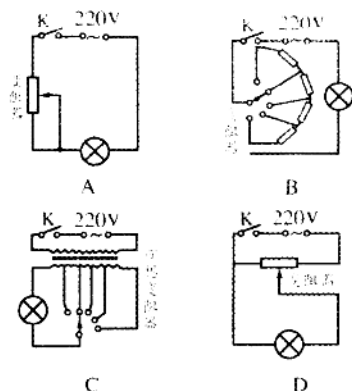


图 1-48

2. 如图 1-49 所示电路中, 当滑动变阻器的滑动片 P 向右滑动时, 电压表和电流表的示数将 ()
A. 电压表和电流表的示数都变小
B. 电压表和电流表的示数都变大
C. 电压表的示数变小, 电流表的示数变大
D. 电压表的示数变大, 电流表的示数变小

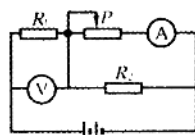


图 1-49

3. 如图 1-50 所示的电路中, 闭合电键, 灯 L_1 、 L_2 正常发光, 由于电路出现故障, 突然发现灯 L_1 变亮, 灯 L_2 变暗, 电流表的读数变小, 根据分析, 发生的故障可能是 ()

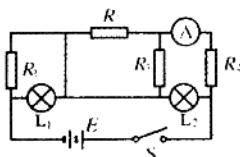


图 1-50

- A. R_1 开路 B. R_2 开路
C. R_1 短路 D. R_2 短路
4. 在下列四个图 1-51 甲、乙、丙、丁中, 滑动变阻器的总电阻小于灯泡的电阻, 要求移动滑动变阻器的滑动片时, 能使两灯中的一灯变亮另一灯变暗, 则下列四图中能满足这一要求的是 ()
A. 1 个 B. 2 个
C. 3 个 D. 4 个

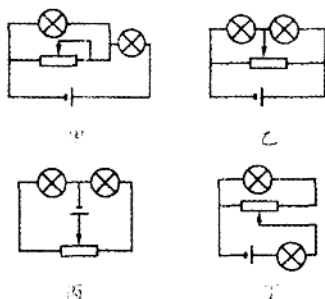


图 1-51

5. 晚自习时, 教学楼里电灯开得越多, 每盏灯的灯光就越暗, 对于这种现象, 部分同学认为, 这主要是由于校内的输电线不够粗, 电阻不够小造成的; 另一些同学则有不同看法, 他们认为主要原因是附近电厂中发电机内阻较大, 于是提出了三个检验方案: ①测出校内输电线总电阻, 并与发电机内阻比较. ②每个教室电灯都亮时, 测出教室里电灯两端的电压, 并与学校进线处的电压相比较, 相差多少. ③依次开亮每个教室里的电灯, 并与电厂旁的路灯相比较, 看看亮变变化是否一致. 你认为这三个方案中较为可行的方案是 ()

A. 只有① B. 只有②
C. 只有③ D. 只有②③

6. 如图 1-52, 电源电动势为 30V, 内阻为 1Ω. 一个“6V, 12W”的电灯与一个绕线电阻为 2Ω 的电动机串联. 已知电路中电灯正常发光, 则电动机输出的机械功率为 ()

A. 36W B. 44W C. 48W D. 60W

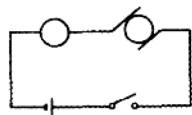


图 1-52

7. 有一只电熨斗其电路结构如图 1-53 中 a 所示, 改变内部接线方式可以使电熨斗处于断开状态或获得低、中、高三个不同的温度档, 图 2-73 中 b 是它的四种不同连接方式, 其中能获得低档温度的是

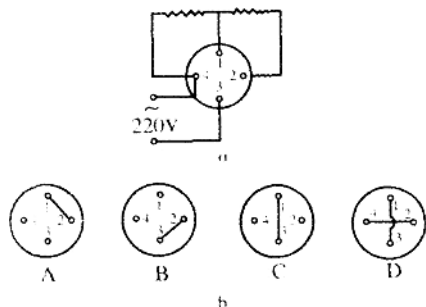


图 1-53

8. 如图 1-54 所示, 在匀强磁场中, 边长为 20cm 的正方形线圈绕一边 cd 以角速度 $\omega = 70\text{rad/s}$ 匀速转动. 已知线圈每边电阻均为 1Ω, 电阻 R 的阻值也是 1Ω, 磁场的磁感应强度为 $B = 5\text{T}$, 方向垂直纸面向内. 求: (1) 线圈转动过程中受到的最大外力矩是多少? (2) 交流电流表的示数是多少?

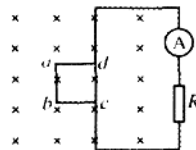


图 1-54

9. 电饭锅是一种可以自动煮饭并自动保温, 又不会把饭烧焦的家用电器. 如图 1-56 所示, 它的电路由控制部分 AB 和工作部分 BC 组成. K_1 是限温开关, 手动闭合, 当温度达到 103°C 时自动断开, 不能自动闭合. K_2 是自动开关, 当温度超过 80°C 时自动断开, 温度低于 70°C 时自动闭合. R_2 是限流电阻, 阻值 2140Ω . R_1 是工作电阻, 阻值 60Ω . 锅中放好适量的米和水, 插上电源 (220V, 50Hz), 手动闭合 K_1 后, 电饭锅就能自动煮好米饭并保温. (1) 简述手动闭合 K_1 后, 电饭锅加热、保温过程的工作原理. (2) 加热过程电饭锅消耗的电功率 P_1 是多大? K_1 、 K_2 都断开时电饭锅消耗的电功率 P_2 是多大? (3) 若插上电源后没有手动闭合 K_1 , 能煮熟饭吗? 为什么?

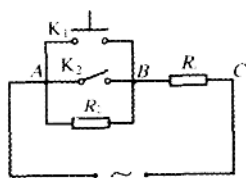


图 1-55

带电粒子在磁场中的运动

一、概述

本热点具体知识点有: 磁场对运动电荷的作用, 洛伦兹力, 带电粒子在匀强磁场中的圆周运动, 为 II 级要求, 但《考试说明》规定: 只要求掌握 v 跟 B 平行或垂直两种情况下的洛伦兹力.

处理这类问题的必备知识和分析方法:

(1) 必备知识: 洛伦兹力不做功, 洛伦兹力提供匀速圆周运动的向心力 $F_{\text{向}} = qvB$, 轨迹半径 $R = \frac{mv}{qB} =$

$$\frac{p}{qB}, \text{ 周期 } T = \frac{2\pi m}{qB}$$

(2) 联立 $F_{\text{向}} = qvB$, $F = m \frac{v^2}{r} = m\omega^2 r$ 导出半径和周期:

(3) 带电粒子垂直进入有界匀强磁场的运动轨迹是圆, 求带电粒子在磁场中的运动时间、偏转角度和轨道半径的核心是寻找圆轨道的圆心位置. 圆心确定方法: 因 $f_{\text{洛}}$ 指向圆心, 故找出轨迹中任两点的 $f_{\text{洛}}$ 的指向, 其延长线的交点即是圆心; 用几何知识求出轨