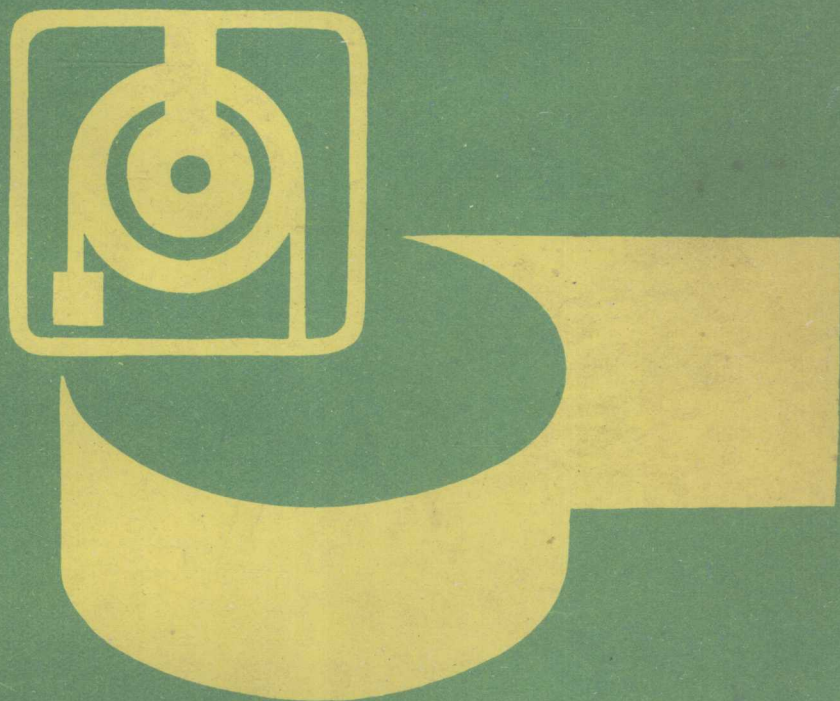


高考指导丛书

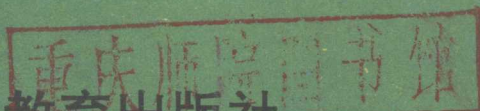
高中 **物理** 解题方法

与高考 试题分类解析



主编 丁承汉

贵州教育出版社



189

494642

G634.76
022

高中物理

解题方法与高考试题分类解析

主 编

丁 承 汉

编 委

邓晓章	卢承霞	陈江华	唐启铎
王德勋	李英敏	欧阳桥	许幼钧
蒋宇翔	李 勤	胡仲良	张大丁



CS261205

贵 州 教 育 出 版 社

样

前 言

物理学是高中阶段难度较大的一门学科,历届物理高考的平均分和及格率一般都是较低的,不少学生视物理为学习和高考的拦路虎。其原因是多方面的,学习不得法是这些学生的一个共同的弱点。他们不懂得学习物理的基本方法和解答物理习题的基本思路,更谈不上掌握一些解题的基本技巧,效果当然欠佳。教学大纲明确要求:“要教会学生正确的解题方法。”本书以高考物理试题中大量出现的选择、计算和实验题为例,介绍了解答物理题的一般方法、基本思路和一些解题的基本技巧,希望能对学生的物理学习和高考有所帮助。需要指出的是,同学们应把主要精力放在对物理概念的理解和对物理规律的掌握上,而不可本末倒置 以为只要学了些解题方法和技巧,就能畅通无阻。学习解题方法和技巧也要重在领会其思维方法,而不可生搬硬套。

自 1988 年以来,高考物理试题的难度和题型均趋于稳定合理。本书收集了 1988—1993 年全部高考物理试题,还收集了 1988 年以前的及上海、北京、广东、湖南、云南、海南的部分高考物理试题,按教材的章节顺序、考试年代和题型分类编排,并对其中绝大多数试题作了详尽的解答,以便于同学们在读了解题方法概述之后,结合对高考试题的分析、解答和研究,提高分析、解决物理问题的能力。

本书可作为高一、二年级的同学同步学习和高三年级同学毕业迎考复习的参考书;也可作为一本教学资料,为教师选作例题,选编练习题,分析、研究高考出题的趋势,提供许多方便。

本书由丁承汉主编,参加编写工作的有邓晓章、卢承霞、陈江华、唐启铎、王德勋、李英敏、欧阳桥、许幼钧、蒋宇翔、胡仲良、张大丁、李勤等老师。

由于编者水平有限,加上时间仓促,书中不乏疏漏与不妥之处,诚盼读者批评指正。

编 者

一九九二年十二月

目 录

第一部分 物理解题方法概述	(1)
第一章 怎样解答物理选择题	(1)
第二章 怎样解答物理计算题	(9)
第三章 怎样解答物理实验题	(17)
第二部分 高考物理试题分章解析	(22)
第一章 力和物体的平衡	(22)
第二章 变速运动	(31)
第三章 运动定律	(35)
第四章 圆周运动 万有引力	(41)
第五章 机械能	(47)
第六章 物体的相互作用	(53)
第七章 机械振动和机械波	(63)
第八章 力学实验	(71)
第九章 分子运动论 热和功 固体和液体的性质	(74)
第十章 气体的性质	(78)
第十一章 电场	(89)
第十二章 稳恒电流	(99)
第十三章 磁场	(109)
第十四章 电磁感应	(114)
第十五章 交流电 电磁振荡和电磁波 电子技术初步知识	(123)
第十六章 电学实验	(130)
第十七章 光的反射和折射	(137)
第十八章 光的本性	(145)
第十九章 原子和原子核	(151)
附: 1993 年高考物理试题及解答	(159)

第一部分 物理解题方法概述

第一章 怎样解答物理选择题

选择题具有覆盖面大,题量多,答案准确客观,便于机读阅卷等优点,在练习及各类考试中被大量采用。自1979年以来,高考物理试题中,选择题所占比例越来越大,1990年达到最大比例,占试题总分的一半,即50分。1991、1992两年选择题的分值与题量和1990年基本一样,见下表:

年 度	分 值	单 一 选 择 题	复 式 选 择 题
1990 年	50 分	13 题 $\times$ 2 分/题=26 分	8 题 $\times$ 3 分/题=24 分
1991 年	50 分	13 题 $\times$ 2 分/题=26 分	8 题 $\times$ 3 分/题=24 分
1992 年	50 分	13 题 $\times$ 2 分/题=26 分	6 题 $\times$ 4 分/题=24 分

可见,最近3年选择题的分值、题量趋于稳定,题型也均为单一、复式两种,另外选项均为A、B、C、D4项。

高考物理选择题分值占总分的一半,其得分的高低对高考物理成绩至关重要。选择题量多面广,有的选项似是而非,迷惑性强。复式选择题错选一项,该题一分不得;少选一项,只得该题的少量分。选择题的内容有关于物理概念、物理定律的,有综合分析的,有关于物理实验的,也有涉及图象应用的。有的选择题,其难度不次于、甚至超过综合计算题。由于以上种种原因,历届高考物理选择题的得分率并不理想;有的考生乱猜乱估,选择题得分很低,直接影响高考成绩。如何提高选择题的得分率,培养解选择题“一快二准”的能力,是物理教与学中亟待解决的课题。下面从几个方面谈谈怎样解答物理选择题。

(一) 要根据物理概念和物理规律去分析、判断,切忌乱猜乱估。

相当部分的选择題是用来检查基本概念和基本规律的。对这类选择题,在认真审题后,应迅速缩小知识范围,确定有关的概念、定律和公式,然后用概念、定律和公式进行分析、判断,选出正确选项。

例1. 放在光滑斜面上加速下滑的物体受到的力是: (79年全国)

- A. 重力和斜面支持力; B. 重力、下滑力和斜面支持力;
C. 重力、斜面支持力和加速度; D. 重力、斜面支持力、下滑力和正压力。

【分析与解】显然此题属于受力分析和牛顿第二定律的知识部分。根据有关的概念和定律,斜面光滑,物体不受摩擦力;下滑力和正压力是重力的两个分力或重力的两个效果,不能和重力重复计算,且正压力作用于斜面而不是作用于物体;重力和斜面支持力的合力产生加速度,而不是另有一个加速度。正确选项是A。

例2. 一定质量的理想气体吸热膨胀,并保持压强不变,内能增加,则: (80年全国)

- A. 它吸收的热量等于内能的增量;
- B. 它吸收的热量小于内能的增量;
- C. 它吸收的热量大于内能的增量;
- D. 它吸收的热量可以大于内能的增量, 也可以小于内能的增量。

【分析与解】由题意迅速确定此题应根据热力学第一定律 $W+Q=\Delta E$ 进行判断。气体吸热, $Q>0$; 气体膨胀对外做功, $W<0$; 内能增加, $\Delta E>0$; 因为 $W+Q=\Delta E$, 故气体吸收的热量一定大于内能的增量, 即吸收热量的一部分用来对外做功, 剩下的部分用来增加内能, 总的能量守恒。答案选 C。

本题主要根据公式进行分析判断, 物理公式是物理定律的最简捷的数学表达式, 用公式判断可迅速得出答案, 且不易产生遗漏和疏忽。有些选择题需要确定公式后进行简单的计算才能进行选择。

例 3. 一条绳能承受的最大拉力是 100 牛, 用这条绳拉一个质量 2 千克的物体在光滑水平面上运动 (设物体在竖直方向上受到限制, 不会离开这个平面), 绳和水平方向的夹角是 60° , 在不超过绳能承受的最大拉力的条件下, 物体的最大加速度可以达到: (79 年全国)

- A. 12.5 米/秒²; B. 25 米/秒²; C. 43 米/秒²; D. 100 米/秒²。

【分析与解】由牛顿第二定律, 物体在水平方向有: $F\cos 60^\circ=ma$,

代值得: $a=F\cos 60^\circ/m=100\times\frac{1}{2}/2=25$ 米/秒², 答案选 B。

例 4. 设行星 A 和行星 B 是两个均匀球体。A 与 B 的质量之比 $M_A:M_B=2:1$, A 与 B 的半径之比 $R_A:R_B=1:2$ 。行星 A 的卫星 a 沿圆轨道运行的周期为 T_a , 行星 B 的卫星 b 沿圆轨道运行的周期为 T_b , 两卫星的圆轨道都非常接近各自的行星表面, 则它们的运行的周期之比为:

- A. $T_a:T_b=1:4$; B. $T_a:T_b=1:2$; (82 年全国)
C. $T_a:T_b=2:1$; D. $T_a:T_b=4:1$ 。

【分析与解】行星对卫星的万有引力充当卫星作匀速圆周运动的向心力, 卫星的轨道半径近似为行星的半径:

$$G \frac{mM}{R^2} = m \frac{v^2}{R} = m \left(\frac{2\pi R}{T} \right)^2 = \frac{4\pi^2 m R}{T^2}, \therefore T^2 = \frac{4\pi^2 R^3}{GM},$$

$$\frac{T_a^2}{T_b^2} = \left(\frac{R_A}{R_B} \right)^3 \cdot \frac{M_B}{M_A} = \left(\frac{1}{2} \right)^3 \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{16}, \therefore \frac{T_a}{T_b} = \frac{1}{4}, \text{答案选 A.}$$

(二) 要善于运用物理规律和公式周密分析, 严密推理或计算, 才能得出答案, 不能光凭经验猜测。

对于某些比较复杂, 比较综合的选择题, 单凭概念、公式和简单计算还不能确定答案。这时要找准有关公式, 全面分析, 严密推理和演算, 导出确定答案的数学函数式, 再进行选择, 否则容易疏漏某些因素, 导致错选。

例 5. 一闭合线圈放在均匀磁场中, 线圈的轴线与磁场方向成 30° 角, 磁感应强度随时间均匀变化。在下述办法中 (如需改绕线圈, 用原规格的导线), 用哪一种办法可以使线圈中的感生电流增加 1 倍。 (79 年全国)

- A. 把线圈的匝数增加 1 倍; B. 把线圈的面积增加 1 倍; C. 把线圈的半径增加 1 倍; D. 改变线圈的轴线与磁场的方向; E. 把线圈的匝数减少到原来的一半。

$$\text{【分析与解】 } I = \frac{\varepsilon}{R} \begin{cases} \varepsilon = n \frac{\Delta \varphi}{\Delta t} = n \pi r^2 \frac{\Delta B}{\Delta t} \cos \alpha & \text{①} \\ R = \rho \frac{L}{S} = \rho \frac{n 2 \pi r}{S} & \text{②} \end{cases}$$

$$\text{得: } I = \frac{\Delta B S}{\Delta t 2 \rho} \cdot r \cos \alpha \quad \text{③}$$

式中 S 为导线的横截面积。由③式可见在 $\frac{\Delta B}{\Delta t}$ 、 S 、 ρ 不变的条件下, I 与 $r \cos \alpha$ 成正比, 与线圈匝数和面积无关。要使线圈中感生电流增大 1 倍, 线圈的半径 r 必须增大 1 倍。至于选项 D 是否正确还要进一步计算。设线圈轴线与磁场方向的夹角为 θ 时, 感生电流增大 1 倍, 则有: $\cos \theta = 2 \cos 30^\circ = 2 \times \frac{\sqrt{3}}{2} = \sqrt{3}$, $\cos \theta$ 不能大于 1, 故不能用改变线圈轴线与磁场方向的夹角的方法使感生电流增大 1 倍。所以答案只能选 C。此题若不推出决定电流大小的函数式, 凭经验判断, 就容易片面地错选 A、B、D。

例 6. 一个平行板电容器充电后, 把电源断开, 再用绝缘工具把电容器的两金属板拉开一些, 这使: (79 年全国)

- A. 电容器的电量增加; B. 电容器的电容增加;
C. 电容器的电压不变; D. 电容器的电压增加。

【分析与解】由题目给定条件容易断定电容器的电量不变。由电容定义式 $C = \frac{Q}{U}$ 和平行板电容器公式 $C = \frac{\varepsilon S}{4 \pi K d}$, 可推导得: $U = \frac{Q}{C} = \frac{4 \pi K d Q}{\varepsilon S}$ ①

可见当 Q 、 ε 、 S 均不变时, U 与 d 成正比, 故选 D。

另由①式和匀强电场场强公式 $E = \frac{U}{d}$, 还可进一步推导得: $E = \frac{4 \pi K Q}{\varepsilon S}$ ②

即当 Q 、 ε 、 S 均不变时 E 不变。②式在解类似习题时有用。

(三) 要善于应用估算法进行分析判断。

有少数选择题提供的选项为非精确值时, 则不必进行精确计算, 只要估算出大致的结果, 就能选择答案。

例 7. 在平直公路上以一般速度行驶的自行车, 所受阻力的约为人、车总重量的 0.02 倍, 则骑车人的功率最接近于: (88 年上海)

- A. 10^{-1} 千瓦; B. 10^{-3} 千瓦; C. 1 千瓦; D. 10 千瓦。

【分析与解】该运动可当作匀速运动, 速度估计为 10 千米/小时, 人和车总重量估计为 100 千克, g 取 10 米/秒², 则:

$$P = FV = fV = 0.02 \times 100 \times 10 \times \frac{10 \times 10^3}{3600} \approx 60 \text{ 瓦}$$

大致估算得 60 瓦, 最接近 10^{-1} 千瓦, 故选 A。还可以这样判断: 1 马力 = 735 瓦, 由生活常识知道, 一匹马的功率只为几分之一马力, 人的功率比马小, 故最接近 10^{-1} 千瓦, 而 10^{-3} 千瓦 = 1 瓦, 显然太小, 1 千瓦和 10 千瓦显然太大, 所以选 A。

例 8. 两辆汽车在同一平直路面上行驶, 它们的质量之比 $m_1 : m_2 = 2 : 1$, 速度之比 $V_1 : V_2 = 2 : 1$ 。当两车急刹车后, 甲、乙两车滑行的最大距离分别为 S_1 和 S_2 , 设两车与路面间的滑动摩擦系数相同, 不计空气阻力, 则: (89 年全国)

- A. $S_1 : S_2 = 1 : 2$; B. $S_1 : S_2 = 1 : 1$; C. $S_1 : S_2 = 2 : 1$; D. $S_1 : S_2 = 4 : 1$ 。

【分析与解】两车作减速运动，加速度均为 $a = -\mu g$ ，甲车速度大，故 $S_1 > S_2$ 。由公式 $V_0^2 - V^2 = 2as$ ，得 $S_1 : S_2 = 4 : 1$ ，选 D。

(四) 要善于运用隔离法，选好研究对象，化繁为简，迅速选择答案。

例 9. 在粗糙水平面上有一个三角形木块 abc ，在它的两个粗糙斜面上分别放两个质量 m_1 和 m_2 的物体， $m_1 > m_2$ ，如图 1 所示。已知三角形木块和两物体都是静止的，则粗糙水平面对三角木块： (88 年全国)

- A. 有摩擦力作用，摩擦力方向水平向右； B. 有摩擦力作用，摩擦力方向水平向左；
C. 有摩擦力作用，但摩擦力的方向不能确定，因 m_1 、 m_2 、 θ_1 、 θ_2 的数值并未给出；
D. 以上结论都不对。

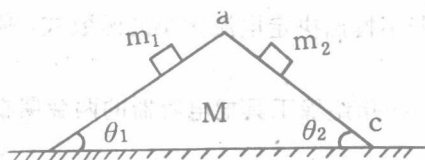


图 1

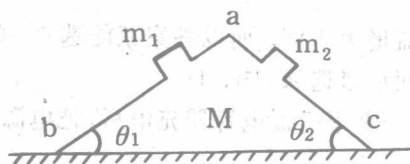


图 2

【分析与解】此题若分别以 m_1 、 m_2 、 M 为研究对象，作 m_1 、 m_2 、 M 的受力图则费时费力。3 个物体相对静止，可把三者视为一个整体，即以 3 个物体组成的系统为研究对象（如图 2 所示）。系统对水平面只有竖直向下的压力，无水平方向的作用力，故系统不仅静止，且相对水平面无相对运动的趋势，故三角形不受水平面的摩擦力。答案选 D。

例 10. 用轻细线把两个质量未知的小球悬挂起来，如图 3 所示。今对小球 a 持续施加一个向左偏下 30° 的恒力，对小球 b 持续施加一个向右偏上 30° 的同样大的恒力，最后达到平衡。表示平衡状态的图可能是： (90 年全国)

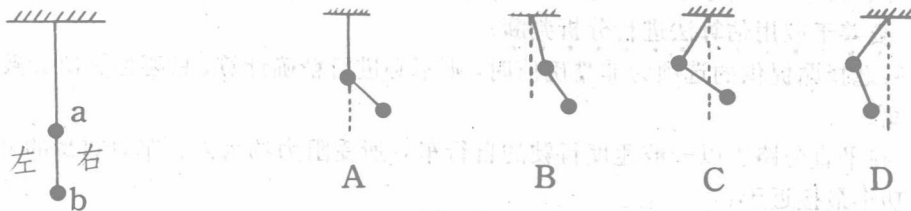


图 3

【分析与解】此题若分别以 a 、 b 为研究对象作受力图，建立坐标系，建立平衡方程，则不仅较繁，还易出错。以 a 、 b 组成的系统为研究对象，则系统受到的向左偏下 30° 和向右偏上 30° 的两个力互相抵消，系统受竖直向下的重力 $(m_a g + m_b g)$ ，竖直方向要平衡，只有受到竖直向上的拉力，故悬点和 a 球间的细线只能呈竖直状态。答案选 A。

(五) 要充分利用作图法直观、形象的优点进行分析判断。

例 11. 将一个物体用两根等长的绳子 OA 、 OB 悬挂在半圆形的支架上， B 点固定不动让悬挂点 A 由 C 位置向 D 位置移动，如图 4 所示。则在这个过程中，物体对 OA 绳的拉力将：

- A. 由大变小； B. 由小变大；
C. 先减小后增大； D. 先增大后减小。

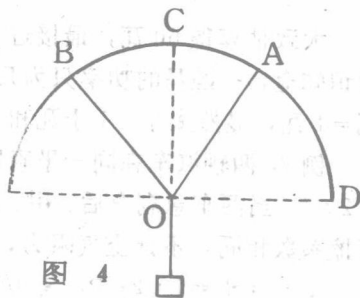


图 4

【分析与解】 这道题若建立平衡方程, 也较费时, 用力的矢量图则直观、简捷, 可迅速得到答案。绳 OB、OA 向上的拉力的合力与物体的重力始终等值反向, OB 的拉力方向不变, 如图 5 所示。在绳 OA 的悬挂点 A 由 C 向 D 移动的过程中, 当 OA 垂直于 OB 时, OA 的拉力 T_1' 最小, 在这之前和之后, OA 的拉力均大于 T_1' , 如图上的 T_1 和 T_1'' 所示。故 OA 的拉力先减小后增大, OB 的拉力则一直增大。答案选 C。

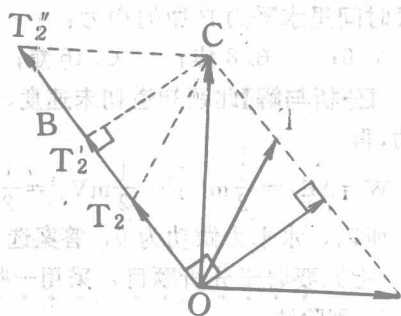


图 5

例 12. 一定质量气体可经不同的过程从状态 (P_1, V_1, T_1) 变到状态 (P_2, V_2, T_2) , 已知 $T_2 > T_1$, 则在这些过程中:

(90 年全国)

- A. 气体一定都从外界吸收热量; B. 气体和外界交换的热量都是相等的;
C. 外界对气体做的功都是相等的; D. 气体内能的变化量都是相等的。

【分析与解】 对 A 选项, 因 $T_2 > T_1$, 故 $\Delta E > 0$, 根据热力学第一定律: $W + Q = \Delta E$ 知, 若 V 减小, 则 $W > 0$, 故 Q 可正可负, 所以气体不一定从外界吸热, A 错。

对 D 选项, 因 T_1, T_2 确定, 内能的变化量只决定于 T_1 和 T_2 , 故气体内能的变化量相等, D 对。

对 B 选项, $W + Q = \Delta E$, ΔE 确定, 如果 W 不等, 则 Q 可不等。如图 6 所示。A 和 B 分别是两条等温线上的点, $T_2 > T_1$, 在 $A \rightarrow D \rightarrow B$ 和 $A \rightarrow C \rightarrow B$ 这两个过程中, 气体对外界做功分别为 $W_1 = P_1(V_2 - V_1)$ 和 $W_2 = P_2(V_2 - V_1)$, 显然 $P_1 \neq P_2$, 故 $W_1 \neq W_2$, 所以 $Q_1 \neq Q_2$, B 错。

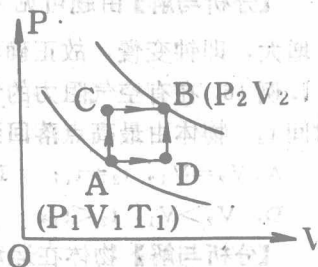


图 6

C 选项与 B 选项同理, C 错。答案选 D。

(六) 要善于应用功能关系和能的守恒定律。

例 13. 如图 7 所示, 在长为 L 的轻杆的两端和中间固定着 3 个相同的小球, 杆竖立在光滑地面上, 然后放开, 杆上面一个小球落地速率是 (假定小球 3 对地位置不变):

- A. $\sqrt{2gL}$; B. $\sqrt{\frac{3}{2}gL}$; C. $2\sqrt{\frac{3}{5}gL}$; D. $2gL$ 。

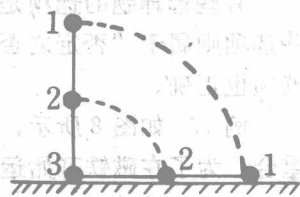


图 7

【分析与解】 系统初态机械能为 $E_1 = mgL + mg \cdot \frac{L}{2} + 0 = \frac{3}{2}mgL$ 。小球 1 和小球 2 绕小球 3 作同轴圆周运动, 每一时刻角速度相等, 落地时速率 $V_1 = \omega L$, $V_2 = \omega \cdot \frac{L}{2}$, 故 $V_1 = 2V_2$ 。系统末态机械能为 $E_2 = \frac{1}{2}mV_1^2 + \frac{1}{2}mV_2^2 + 0 = \frac{1}{2}m(V_1^2 + \frac{V_1^2}{4}) = \frac{1}{2}m \cdot \frac{5}{4}V_1^2$ 。地面光滑, 仅重力做功, 系统机械能守恒, $E_1 = E_2$, 即: $\frac{3}{2}mgL = \frac{1}{2}m \cdot \frac{5}{4}V_1^2$, 得: $V_1 = 2\sqrt{\frac{3}{5}gL}$ 。答案选 C。

例 14. 一质量为 2 千克的滑块, 以 4 米/秒的速度在光滑水平面上向左滑行。从某一时刻起,

在滑块上作用一向右的水平力 F , 经过一段时间, 滑块的速度方向变为向右, 大小为 4 米/秒。在这段时间里水平力 F 做的功为:

- A. 0; B. 8 焦; C. 16 焦; D. 32 焦。

【分析与解】此题知道初末速度, 用动能定理很快就能得到答案。水平面光滑, 只有水平力 F 作功, 得:

$$W = \Delta E_k = \frac{1}{2} m v_2^2 - \frac{1}{2} m v_1^2 = \frac{1}{2} \times 2(4^2 - 4^2) = 0.$$

所以, 水平力做功为 0, 答案选 A。

(七) 要善于分析题目, 采用一些特殊的方法, 迅速选出答案。

1. 剔除法

在题设几个选项中, 可先根据题设条件进行定性分析或估算, 逐个排除错误答案剩下正确答案, 或排出部分错误答案以缩小选择范围。

例 15. 一物体在某行星表面受到的万有引力是它在地球表面受到的万有引力的 $\frac{1}{4}$, 在地球上走得准确的钟搬到此行星上后, 此钟的分针走一整圈所经历的时间实际上是: (90 年全国)

- A. $\frac{1}{4}$ 小时; B. $\frac{1}{2}$ 小时; C. 2 小时; D. 4 小时。

【分析与解】由题可见 A、B 选项小于 1, C、D 选项大于 1。根据公式 $T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$, g 减小, T 增大, 即钟变慢, 故正确答案只能从 C、D 中选定, 进一步确定正确答案为 C。

例 16. 在有空气阻力的情况下, 以初速 v_1 竖直上抛一物体, 经过时间 t_1 到达最高点。又经时间 t_2 , 物体由最高点落回到抛出点, 这时物体的速度为 v_2 , 则: (86 年全国)

- A. $v_2 = v_1, t_2 = t_1$; B. $v_2 > v_1, t_2 > t_1$; C. $v_2 < v_1, t_2 < t_1$;
D. $v_2 > v_1, t_2 < t_1$; E. $v_2 < v_1, t_2 > t_1$ 。

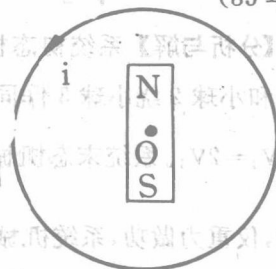
【分析与解】物体在运动过程中受空气阻力, 其速度要不断减小, $v_2 < v_1$, 故正确答案只能从 C、E 中选出; 物体速度减小, 经过相同位移所需时间必然增加, 故答案选 E。

2. 矛盾排除法和认同法

有些选择题的选项是互相矛盾的, 确定了一个选项正确, 即可确定与之矛盾的选项错误。有些选项则属于“否定之否定”的关系, 是等同的, 确定了一个选项正确, 即可确定与之等同的选项也正确。

例 17. 如图 8 所示, 一均匀的扁平形磁铁与一圆形线圈同在一平面内, 磁场中央与圆心 O 重合。为了在磁铁开始运动时在线圈中得到一方向如图所示的感生电流 i , 磁铁的运动方式为:

- A. N 极向纸内, S 极向纸外, 使磁铁绕 O 点转动;
B. N 极向纸外, S 极向纸内, 使磁铁绕 O 点转动;
C. 使磁铁沿垂直于线圈平面的方向向纸外作平动;
D. 使磁铁沿垂直于线圈平面的方向向纸内作平动;
E. 使磁铁在线圈平面内绕 O 点沿顺时针方向转动;
F. 使磁铁在线圈平面内绕 O 点沿逆时针方向转动。



【分析与解】由题设选项易见, A 与 B、C 与 D、E 与 F 是互相矛盾的, A 与 B 不可能同时正确, C 与 D、E 与 F 亦然。

画出磁力线如图 9 所示, 当 N 极向纸内 S 极向纸外运动时,

图 8

相当于磁铁不动，线圈的上边向纸外作切割磁力线运动，线圈的下边向纸内作切割磁力线运动，由右手定则可判定线圈上边和下边产生的感生电流都是逆时针方向的，故 A 正确，B 错误。

C 和 D 中，线圈上下部分产生的感生电动势方向相反，互相抵消，线圈中无感生电流，C 和 D 均错。

E 和 F 中，由楞次定律知，穿过线圈的磁通量无变化，线圈中无感生电流，E 和 F 均错。

判断感生电流及其方向时，要选择用“切割”还是“楞次定律”，选用适当，可使问题简化。



图 9

例 18. 要使 LC 振荡电路的周期增大 1 倍，可采用的办法是： (88 年全国)

A. 自感系数 L 和电容 C 都增大 1 倍； B. 自感系数 L 和电容 C 都减小一半；

C. 自感系数 L 增大 1 倍，而电容 C 减小一半；

D. 自感系数 L 减小一半，而电容 C 增大 1 倍。

【分析与解】分析选项 C 和 D，可看出选项 D 的电感、电容相对选项 C 都作相反的变化，即 D 是 C 的双重否定，D 与 C 是等同的，C 对则 D 对。A 与 B 是矛盾的，A 与 C 也是矛盾的。由公式 $T = 2\pi\sqrt{LC}$ 可判定 A 正确，所以 B 错，C 和 D 也错。

例 19. 如图 10 所示，氢原子中电子绕核做快速的圆周运动（设为逆时针），电子绕核运动，可等效为环形电流。设此环形电流在通过圆心并垂直于圆面的轴线上某一点 P 处产生的磁感应强度的大小为 B_1 ，现在沿垂直于圆轨道平面的方向加一磁感应强度为 B_0 的外磁场，这时设电子的轨道半径不变，而它的速度发生了变化。若用 B_2 表示此时环形电流在 P 点产生的磁感应强度的大小。则当 B_0 的方向：

A. 垂直于纸面向里时， $B_2 > B_1$ ；

B. 垂直于纸面向里时， $B_2 < B_1$ ；

C. 垂直于纸面向外时， $B_2 > B_1$ ；

D. 垂直于纸面向外时， $B_2 < B_1$ 。



图 10

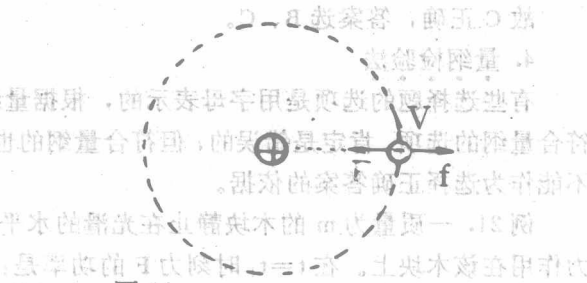


图 11

【分析与解】4 个选项中，A 与 B 矛盾，B 与 C 等同，C 与 D 矛盾，D 与 A 等同。

电子绕核作圆周运动，设电子受核的库仑引力为 F ，不加外磁场 B_0 时，库仑力充当向心力，有：

$$F = m \frac{v^2}{r}.$$

加上垂直纸面向里的外磁场 B_0 时，电子还要受到洛伦兹力 f ，由左手定则确定 f 方向与 F 反向，如图 11 所示。F 和 f 的合力充当向心力，有：

$$F - f = m \frac{v^2}{r}.$$

m 和 r 不变, 向心力减小, 故 V 减小。电子的等效环形电流为: $I = \frac{q}{t} = e / \frac{2\pi r}{V} = eV / 2\pi r$, 故 I 减小, 此环形电流在 P 点处产生的磁感应强度减小, 故 $B_2 < B_1$ 。所以 A 错, B、C 对, D 错, 答案选 B、C。

3. 选项代入检验法

对于某些选项为具体数值的选择題, 从正面去求解这些数值比较困难, 则可将选项的数值代入原题进行检验, 看是否正确或探明选择答案的方向。

例 20. 用 m 表示地球通讯卫星(同步卫星)的质量, h 表示它离地的高度, R_0 表示地球的半径, g_0 表示地球表面处的重力加速度, ω_0 表示地球自转的角速度, 则通讯卫星所受到的地球对它的万有引力的大小: (87 年全国)

A. 等于 0; B. 等于 $m \frac{R_0^2 g_0}{(R_0 + h)^2}$; C. 等于 $m \sqrt{R_0^2 g_0 \omega_0^4}$; D. 以上结果都不正确。

【分析与解】选项 B 可从正面去求解判断。地球表面处: $G \frac{mM}{R_0^2} = mg_0$, $\therefore M = g_0 R_0^2 / G$ ①

通讯卫星受到的万有引力充当向心力:

$$F = G \frac{mM}{(R_0 + h)^2} = \frac{Gm}{(R_0 + h)^2} \cdot \frac{g_0 R_0^2}{G} = \frac{m R_0^2 g_0}{(R_0 + h)^2}, \text{ 故 B 正确。}$$

选项 C 若从正面推导则会感到推导的方向不清楚, 由于方向不对, 往往推导不出 C 的结果而误判 C 错。若将 C 的数值代入原题, 则有:

$$F = m \omega_0^2 (R_0 + h) = m \sqrt{R_0^2 g_0 \omega_0^4},$$

去根号 $\omega_0^6 (R_0 + h)^3 = R_0^2 g_0 \omega_0^4$, 得: $\omega_0^2 (R_0 + h)^3 = R_0^2 g_0$ ②

得出②式, 方向已较明确, 万有引力充当向心力:

$$F = G \frac{mM}{(R_0 + h)^2} = m \omega_0^2 (R_0 + h), \text{ 得: } \omega_0^2 (R_0 + h)^3 = GM \quad \text{③}$$

把①式代入③式, $\omega_0^2 (R_0 + h)^3 = G \frac{g_0 R_0^2}{G} = R_0^2 g_0$

故 C 正确, 答案选 B、C。

4. 量纲检验法

有些选择题的选项是用字母表示的, 根据量纲的知识可帮助我们检查答案是否合理。凡不符合量纲的选项, 肯定是错误的; 但符合量纲的也不一定都正确。量纲可检验答案的正确性, 但不能作为选择正确答案的依据。

例 21. 一质量为 m 的木块静止在光滑的水平面上。从 $t=0$ 开始, 将一个大小为 F 的水平恒力作用在该木块上。在 $t=t_1$ 时刻力 F 的功率是: (91 年全国)

A. $F^2 t_1 / 2m$; B. $F^2 t_1^2 / 2m$; C. $F^2 t_1 / m$; D. $F^2 t_1^2 / m$ 。

【分析与解】选项 A、C 量纲相同, 选项 B、D 量纲相同。

对于 A、C 有 $\frac{(kg \cdot m/s^2)^2 \cdot s}{kg} = kg m^2/s^3 = kg \cdot m/s^2 \cdot m/s = \text{牛} \cdot m/s$ 。因为 $P = F \cdot V$, 故 A、C 量纲正确, 则 B、D 量纲必然错误, B、D 选项可排除。进一步推算, 可确定 A、C 中仅 C 正确。

第二章 怎样解答物理计算题

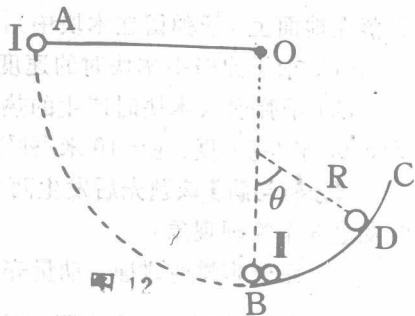
物理计算题是用数学演算或论证方式求出定量结果的物理题，也是中学物理中最常见的一类习题。大多数选择、填空题也属于计算题，我们这里指的是比较复杂、综合性较强的计算题。这类计算题重点在于检查考生分析问题、解决问题的能力，难度较大。物理计算题有不同的类型，由于类型不同，解答也不可能有统一的模式，但不论哪种类型的计算题，解答都离不开审题，搞清物理过程，找准物理关系，立方程，进行运算，检验答案等几个基本的步骤。

(一) 认真审题，搞清物理过程

审题，即解题前的读题和对题目内容的分析理解，是求解计算题的第一步，不审好题就匆下笔求解，十之八九都会出错。

审题的首要任务也是最重要的任务是，弄清题目所叙述的物理过程。审题的第二项任务是明确题目的已知条件，求解什么和对求解的具体要求，特别要找出隐含在题目文字叙述中的已知条件。审题的第三项任务是仔细推敲，认真理解题述文字中的一些关键性词语，如“弹性碰撞”，“自由下落”，“5秒初，5秒末”，“前5秒内，第5秒内”，“变化量，变化率”，“减少了 $\frac{1}{3}$ ”，“减少到 $\frac{1}{3}$ ”等等，审题时最好在关键处一一作上记号，以便在求解过程中随时引起注意。审题时还可在草稿上勾画示意草图，并以简明的符号在图上标出题目给出的各种条件，如力学题可标上 V_0 、 V_1 、 a 、 t 、 S 、 F 等等，电学题，则可在电路图上标上已知的各电阻、电压、电流等的数值及表示总电流、支路电流的箭头符号。

例1. 如图12所示，有一质量为 m 的小球I用长为 L 的绳子悬挂在O点，把球I拉到A点，OA是水平线。另一质量相等的小球II静止放在B点（B点在O点的竖直下方， $\overline{OB}=L$ ），BC是半径 $R=\frac{L}{2}$ 的一段圆弧轨道（圆心在OB的中点）。当在A点的小球I从静止下落到B点时，跟小球II作弹性碰撞，使小球II沿轨道BC滑出（不考虑摩擦）。求小球I经过D点时对轨道的压力（圆弧轨道BD所对的圆心角 $\theta=60^\circ$ ， $m=1$ 千克， g 用10米/秒²计算。）



(79年全国)

【分析与解】通过审题应搞清题目包括4个物理过程。

- (1) 小球从A点由静止下落到B，在此过程中仅重力做功，机械能守恒。
- (2) 小球I和II在B点作等质量的弹性碰撞，此过程动量守恒，动能也守恒。
- (3) 小球II碰后以一定速度沿轨道BC滑出，不计摩擦，只重力做功，机械能守恒。
- (4) 小球II经过D点时作圆周运动，重力沿半径方向的分力和轨道的支持力的合力充当向心力。

已知条件有： $m_1=m_2=1$ 千克，OA水平，OB竖直， $R=\frac{L}{2}$ ， $\theta=60^\circ$ ，摩擦不计， $V_0=0$ 等；求解为小球II经过D点时对轨道的压力，注意不是求轨道的支持力。隐含条件有：小球I下落

高度 $h=L$ 。关键词语有：弹性碰撞等。

本题所包含的几个物理过程是在不同的时间内发生的。第一个物理过程 I 球的末速度为第二个物理过程 I 球的初速度；第二个物理过程 I 球的末速度为第三个物理过程 I 球的初速度……这类计算题可称为“台阶或综合题”。解“台阶式计算题”关键是找到联系前后两个物理过程的“台阶”。这个“台阶”既是前一式的计算结果，又是后一式的已知条件，它起到承上启下的作用，是前后两段时间所发生的物理过程的纵向联系。

例 2. 如图 13 所示，内径均匀的 U 形管中装入水银，两管中水银面与管口的距离均为 $L=10.0$ 厘米。大气压强 $P_0=75.8$ 厘米汞柱，将右侧管口密封，然后从左侧管口处将一活塞缓慢向下推入管中，直到左右两侧水银面高度差达 $h=6.0$ 厘米为止，求活塞在管内移动的距离。

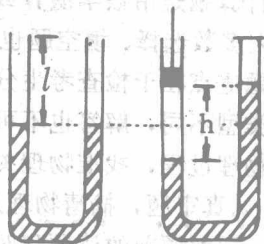


图 13

(85 年全国)

【分析与解】通过审题可知该题包括两个物理过程：(1)

活塞下推，左侧气体体积减小，压强增大，左侧水银面下降。(2) 右侧水银面上升，右侧气体体积减小，压强增大。两个过程均为等温变化，遵守玻——马定律。

隐含条件有：左边水银面下降 $\frac{h}{2}$ ，右边水银面上升 $\frac{h}{2}$ ；缓慢下推——等温。

关键词语：高度差达 $h=6.0$ 厘米为止，即水银重新达到平衡，故 $P_1' = P_2' + \rho gh = P_2' + 6$ 厘米汞柱。

此题所包含的两个物理过程是在同一时刻发生的，这类计算题可称为“网络型综合题”。求解网络型综合题的关键，是找到在同一时刻系统中所发生的几个物理过程所各自遵循的物理规律，这些不同的物理规律叫做网络型综合题的“网络”，把不同物理过程联系在一起的办叫“网点”。网点即几个物理规律间的横向联系。

例 3. 一质量为 $M=2$ 千克的木块，放在高 $h=0.8$ 米的光滑桌面上，被一个水平飞来的子弹打落在地面上（子弹留在木块中），落地点与桌边的水平距离 $s=1.6$ 米，子弹的质量 $m=10$ 克。

(1) 求子弹击中木块时的速度？

(2) 子弹射入木块时产生的热量，若有 90% 被子弹吸收，子弹温度能升多高？（设子弹比热为 0.09 卡/克·度， $g=10$ 米/秒²）。

(78 年全国)

【分析与解】该题先后发生两个物理过程，第一个物理过程是子弹击中木块，这一过程中同时发生 3 个物理现象：

(1) 完全非弹性碰撞：动量守恒，动能不守恒，根据动量守恒定律有： $mV_0 = (m+M)V$ 。

根据动能定理，子弹克服摩擦力做功动能损失为： $W = \frac{1}{2}mV_0^2 - \frac{1}{2}(m+M)V^2$ 。

(2) 热功当量： $Q_{放} = \frac{W}{J}$ ， $Q_{吸} = \eta Q_{放}$ 。

(3) 子弹吸热温度升高： $Q_{吸} = mc\Delta t$ 。

第二个物理过程是被子弹击中的木块平抛落地： $S = Vt$ ， $h = \frac{1}{2}gt^2$ 。

由以上分析中可看出，第一个过程的末速度 V 即为第二个过程的初速度，这一速度 V 就是联系前后两个物理过程的“台阶”，也即前后两个过程所遵循的几个物理规律间的纵向联系。

在第一个过程中同时发生的 3 个物理现象所遵循的各个公式，就是第一个过程的“网络”。

这类计算题可称为“台阶式网络型综合题”。例题1中球I和球II在B点相碰时同时遵守动量守恒和动能守恒两个物理规律，故例1严格地说也属于“台阶式网络型综合题”。

以上我们把计算题按物理过程的不同分为“台阶型”、“网络型”和“台阶式网络型”3种类型，其目的是为了帮助搞清物理过程，让考生明确物理过程有先后发生的，有同时发生的，也有两种情况都有的。审题时不必要把习题一一归类，但一定要把物理过程搞清楚。

例4. 如图14所示，在加速行驶的火车上固定一斜面，斜面倾角是 θ 。有一物体静止在斜面上。如果火车加速度小于某一值 a_0 ，物体就会滑下。设物体和斜面摩擦系数为 μ 。推导 a_0 的表达式。(79年全国)

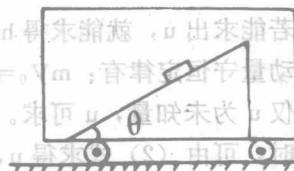


图14

【分析与解】对物体进行受力分析，物体受重力 G ，弹力 N ，静摩擦力 f 三个力的作用，物体不下滑，摩擦力方向沿斜面向上，如图15所示。按运动方向建立坐标，得：



图15

$$\begin{cases} N\sin\theta - \mu N\cos\theta = ma_0 \\ N\cos\theta + \mu N\sin\theta = mg \end{cases} \quad (1)$$

$$(2)$$

$$\textcircled{1}/\textcircled{2} \text{ 得: } a_0 = \frac{\sin\theta - \mu\cos\theta}{\cos\theta + \mu\sin\theta}g.$$

从以上分析可知，物体在同一时刻同时发生几个物理过程，而物理过程所遵循的物理规律有：最大静摩擦力公式，牛顿第二定律，正交分解法等。所以此题可认为属“网络型”，这些不同的物理规律即“网络”，把这些规律联系在一起的受力分析即“网点”。

(二) 用“分析法”和“综合法”构思解题方案

通过认真审题，基本上搞清了题述的物理过程，找出了已知量、待求量、隐含条件及关键词语等等之后，解题即进入全面细致地确定解题途径、构思解题方案的阶段。构思解题方案的基本思维方法，主要是“分析法”和“综合法”两种。

分析法是从题目的待求量出发，逐步倒推到已知量，最终用已知量表示待求量。具体做法是：在搞清物理过程，找出已知量、待求量的基础上，由待求量出发，找出适合物理过程的规律，写出含有此待求量的物理公式，这个公式一般是基本公式，称为“原始公式”。原始公式中，往往又含有题目中没有给出的物理量，即“中间物理量”，接着再进一步找出求解这些中间量的物理公式，这个公式称为“导出公式”。如果导出公式中还含有新的中间量，就还要再一次找出求解这些中间量的导出公式……按此顺序，直到所有中间量都用题目中的已知量表示出来。至此，解题的途径或方案也就明确了。求解时可将上述倒推过程反转过来，将已知量代入导出公式，求出中间量；再将求得的中问量代入导出公式，求出新的中间量，最后将新的中间量代入原始公式，求出待求量。也可同时列出各导出公式和原始公式，代入已知量，解联立方程，求出待求量。

例5. 如图16所示，用细线悬挂一个质量为 M 的木块，木块静止。现有一质量为 m 的子弹自左方水平地射穿此木块，射穿前后子弹的速度分别为 v_0 和 v_1 ，求木块能摆到的最大高度。(设子弹穿过木块的时间很短，可不计)

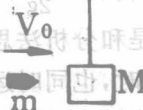


图16

(88年全国)

【分析与解】题目包括两个物理过程：(1) 子弹射穿木块，动量守恒。(2) 木块向右方摆到最大高度，机械能守恒。已知量为： M 、 m 、木块静止，子弹速度 V_0 、 V ；隐含条件：碰撞时间很短，即可认为碰撞中木块不上摆。待求量：木块上摆的最大高度，设为 h 。

从待求量 h 出发，根据动能定理有： $-Mgh=0-\frac{1}{2}Mu^2$ ①

式中若能求出 u ，就能求得 h ， u 是一个中间量。

根据动量守恒定律有： $mV_0=mV+Mu$ ②

式中仅 u 为未知量， u 可求。

求解时，可由 (2) 式求得 u ，代入 ① 式求得 h ，或解 ①、② 两式组成的方程组。

解得： $h=\frac{1}{2g}(\frac{mV_0-mV}{M})^2$ 。(固全平 05)

例 6. 有一电路如图 17 所示， $R_1=3000\Omega$ ， V_A 是内阻为 6000Ω 的电压表， V_B 是内阻为 3000Ω 的电压表，已知：

K_1 断开， K_2 接到 A 时，电压表读数是 $4v$ ；

K_1 接通， K_2 接到 A 时，电压表读数是 $8v$ ；

K_1 接通， K_2 接到 B 时，电压表读数是 $7.5v$ 。

求： R_2 的值。

(79 年全国)

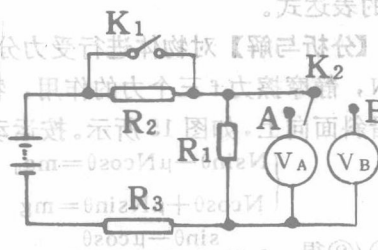


图 17

【分析与解】根据全电路欧姆定理， K_1 断开， K_2 接到 A 时，有： $\varepsilon=4+\frac{4}{R_{1A}}(R_2+R_3+r)$ ①

式中 $R_{1A}=\frac{R_1 \cdot R_A}{R_1+R_A}$ ② R_{1A} 可求， ε 、 R_2 、 R_3 和 r 未知。

K_1 接通， K_2 接到 A 时，有： $\varepsilon=8+\frac{8}{R_{1A}}(R_3+r)$ ③ 式中 ε 、 R_3 和 r 未知。 K_1 接通， K_2 接通

B 时，有： $\varepsilon=7.5+\frac{7.5}{R_{1B}}(R_3+r)$ ④ 式中 $R_{1B}=\frac{R_1 \cdot R_B}{R_1+R_B}$ ⑤ R_{1B} 可求， ε 、 R_3 和 r 未知。

联解以上 5 式，解得： $\varepsilon=10v$ ， $R_3+r=500\Omega$ ， $R_2=2500\Omega$ 。

综合法是从题设的已知量入手，逐个推出对求解有用的未知量或关系式，最后将这些未知量或关系式汇合起来，解出待求量。具体做法是：在搞清物理过程，找出已知量和待求量的基础上，从已知量入手，按照相应的物理规律和公式，写出这些已知量之间的函数关系式，看看可以求出哪些有用的未知量；然后根据这些未知量和物理公式又写出新的函数关系式……按此顺序，直到写出的式子中含有了待求的未知量时为止。

至以例 5 为例，按照综合法其分析与解如下：

子弹射穿木块，知 M 、 m 、 V_0 和 V ，根据动量守恒定律，有： $mV_0=mV+Mu$ ①
由 ① 式可求出未知量 u 。

子弹射穿木块后，木块以初速 u 向右上方摆动，根据动能定理，有： $-Mgh=0-\frac{1}{2}Mu^2$ ②

把 u 代入 ② 式，求得： $h=\frac{1}{2g}(\frac{mV_0-mV}{M})^2$ 。

可见综合法是和分析法思维程序恰恰相反的一种解题方法。两种方法不是互相对立的，实际上，在运用分析法时，也同时运用了综合法进行汇总和运算；而运用综合法的过程中，对各个步骤的运算也用到了分析法。解题时应根据题目的特点，以一种方法为主，两者并用，分析法为综合法铺平道路，综合法为分析法开拓思路，互相渗透，相辅相成。

有一部分计算题并不要求具体解出某个物理量,而是要求推出满足某种物理现象的条件,或求出某些物理量的变化范围。对于这类题目就不便从题目的待求量出发用分析法求解,而只好从已知量入手用综合法求解了。

例 7. 如图 18 所示,两物体质量分别是 m_1 和 m_2 。 m_1 原来静止,
 m_2 以速度 V 向右运动。它们同时开始受到向右的大小相同的恒力 F , 在 $m_1 < m_2, m_1 = m_2, m_1 > m_2$ 3 种情况下,它们能否达到相同的速度(矢量)? 试列出它们的速度表达式,并根据此式分别进行讨论,讨论中要注意说明理由。

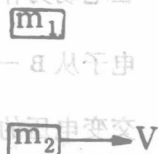


图 18

如果它们受到的恒力 F 的方向都跟 V 垂直,它们能否达到相同的速度(矢量)? 为什么?

(80 年全国)

【分析与解】综合法。根据牛顿第二定律,得: $a_1 = \frac{F}{m_1}, a_2 = \frac{F}{m_2}$ 。

m_1 作初速度为 0 的匀加速直线运动, m_2 作初速度为 V 的匀加速直线运动, 有:

$$V_1 = a_1 t = \frac{F}{m_1} t, V_2 = V + a_2 t = V + \frac{F}{m_2} t.$$

m_1 和 m_2 均向右作直线运动, 要速度相等, 必须满足: $\frac{F}{m_1} t = V + \frac{F}{m_2} t$ 。

讨论: 当 $m_1 < m_2$ 时, $\frac{F}{m_1} > \frac{F}{m_2}$, v_1 和 v_2 可以相等; 当 $m_1 = m_2$ 时, $\frac{F}{m_1} = \frac{F}{m_2}$, v_1 和 v_2 不可能相等;

当 $m_1 > m_2$ 时, $\frac{F}{m_1} < \frac{F}{m_2}$, v_1 和 v_2 不可能相等。

若 F 与 v 垂直, 则 m_1 作匀加速直线运动, m_2 作类似平抛的曲线运动。 F 的作用是使它们在垂直于 v 的方向上获得一个不断增大的速度, 对 v 方向上的速度大小无影响。所以 m_1 始终没有向右的分速度, m_2 始终有向右的分速度 v , 因此它们的速度方向永远不会相同, 不可能达到相同的速度。

例 8. 在图 19 甲中, A 和 B 表示在真空中相距为 d 的两平行金属板。加上电压后, 它们之间的电场可视为匀强电场。图 19 乙表示一周期的交变电压波形, 横坐标代表时间 t , 纵坐标代表电压 u 。从 $t=0$ 开始, 电压为一给定值 u_0 , 经过半个周期, 突然变为 $-u_0$, 再过半个周期, 又突然为 u_0 ……如此周期性地交替变化。在 $t=0$ 时, 将上述交变电压加在 A 、 B 两板上, 使开始时 A 板电势比 B 板高, 这时在紧靠 B 板处有一初速度为零的电子(质量为 m , 电量为 e) 在电场作用下开始运动。要想使这电子到达 A 板时具有最大的动能, 则所加的交变电压的频率最大不能超过多少?

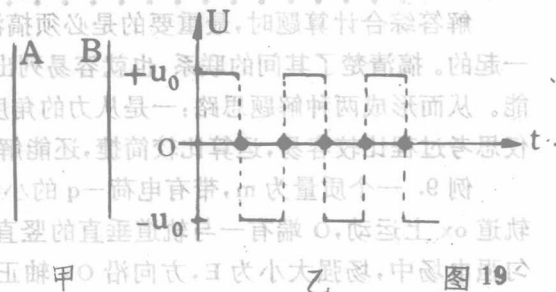


图 19

在 $t=0$ 时, 将上述交变电压加在 A 、 B 两板上, 使开始时 A 板电势比 B 板高, 这时在紧靠 B 板处有一初速度为零的电子(质量为 m , 电量为 e) 在电场作用下开始运动。要想使这电子到达 A 板时具有最大的动能, 则所加的交变电压的频率最大不能超过多少?

(85 年全国)

【分析与解】此题也用综合法求解。 $t=0$ 时 $u_A > u_B$, 电子将在电场力作用下向 A 板运动。在头半个周期里, 电压为 u_0 , 电子作匀加速直线运动, 动能不断增大。如果频率很高, 即周期很短, 电子尚未到达 A 板之前交变电压已过了半个周期, 电压变为 $-u_0$, 电子将沿原方向做匀减速直线运动。过半个周期, 动能减为零, 接着又匀加速, 匀减速……最后到达 A 板。

在匀减速运动中, 电子动能要减少。因此, 要使电子到达 A 板时具有最大动能, 在电压不稳