

1980—1986

历届高考入学试题分析

物理分册



北京科学技术出版社

1980—1986

历届高考入学试题分析

(物理分册)

郑述生 杨山凤 童新佐编

北京科学技术出版社

(1980—1986)
历届高考入学试题分析
(物理分册)

郑述生 杨山凤 童新佐编

*

北京科学技术出版社出版

(北京西直门外南路19号)

新华书店首都发行所发行 各地新华书店经售

中国人民解放军国防大学第二印刷厂印刷

*

787×1092毫米：16开本 6印张 字数：155 000

1987年4月第一版 1987年4月第一次印刷

印数：1—40 000册

书号：ISBN 7—5304—0007—X 17274·079 定价：1.15元

编者的话

近年来，随着教育改革的深入发展，高考入学考试也有很大变化。主要表现在：考试的目的更加明确，是为了选拔富有创造性的，全面发展的“智能型”人才；试题更具有科学性、灵活性和综合性。这种变化不仅有力地推动了各科教学的发展，也极大地调动了学生学习的积极性。然而，也有一些教师和学生，面对这种改革感到茫然和不能适应。为此，我们编写了这套丛书。目的在于帮助读者，尤其是应届毕业生，了解这种变化，认识这种变化，并在这一基础上对学生学习加以指导。

这套丛书包括高考入学考试各科试题分类分析八种。编写体例均按各科知识结构，对一九八〇年以来历届高考试题加以分类汇编，同时选择典型试题进行分析，并有针对性地对各科每一部分知识应该怎样学习提出指导意见。为此，各册每一部分都设有[历届试题选][试题分析][学习指导]三个栏目。

该套丛书在内容上努力突出如下两个特点：一、根据各科教学大纲规定的基础知识和基本技能要求，明确提示各科每一部分内容应该重视的学习范围及其重点。二通过各科类型（包括基本概念题，技能对应题、灵活题、综合题）试题的解析和拟定的练习题，总结命题规律，以求有效地提高学生分析问题和解决问题的能力。显而易见，我们编写这套丛书是力求帮助考生在对所学知识融会贯通的基础上，开阔思路、深入思考。

教育在改革，试题也在改革。今后的考试将更加科学化，标准化，更加符合教学的客观规律。总之，教学改革有力地推动考试的革新，反过来，考试命题的革新又有力地促进教学的改革。从这个意义上说，该丛书不仅适合考生学习之用，对各科教学也有一定的借鉴作用。

本丛书由崔明孟、李勃梁、宋志唐等担任主编，约请北京市部分有经验的教师合力编写。编写过程中几经讨论，几经修改，并广泛地征求了意见，力求深刻精炼和有新意。但由于水平有限，仍会有许多不当之处，敬请广大师生批评指正。

编者

1987年1月于北京

目 录

一、力 学

历届试题选 (1)

试题分析 (10)

学习指导 (18)

二、热学和分子物理学

历届试题选 (24)

试题分析 (27)

学习指导 (31)

三、电磁学

历届试题选 (35)

试题分析 (48)

学习指导 (56)

四、光 学

历届试题选 (62)

试题分析 (64)

学习指导 (66)

五、原子物理学

历届试题选 (71)

试题分析 (72)

学习指导 (74)

【附录】

1980—1986年物理高考考题分数统计表 (76)

答案 (77)

一 力 学

【历届试题选】

(一) 填空题

1. (1980年) 一个小物体从光滑半球的顶点滑下, 初速度很小, 可以忽略不计, 球半径为0.40米, 如图1—1所示。物体落地时速度的大小是 2.8 m/s。



图 1—1

2. (1981年) 图1—2是一列沿X轴正方向传播的机械横波在某一时刻的图象。从图上可看出, 这列波的振幅是 0.04 米, 波长是 2 米, P处的质点在此时刻的运动方向 向上。

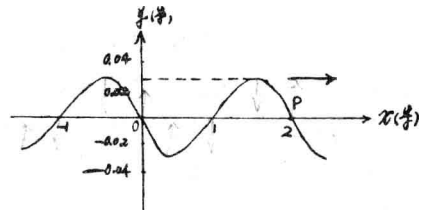


图 1—2

3. (1981年) 质量是m的质点, 以匀速率V作圆周运动, 圆心在坐标系的原点O。在质点从位置1运动到位置2 (如图1—3所示) 的过程中, 作用在质点上的合力的功等于 0; 合力冲量的大小是 0, 方向与X轴正方向成 90° (逆时针计算角度)。

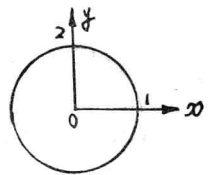


图 1—3

4. (1982年) 质量为2000千克的均匀横梁, 架在相距8米的东、西墙上。一质量为3200千克的天车停在横梁上距东墙3米处。当天车下端未悬吊重物时, 东墙承受的压力为 12000 牛顿; 当天车吊着一质量为1600千克的重物使它以4.9米/秒²的加速度上升时, 东墙承受的压力比原来增大 16000 牛顿。

5. (1982年) 飞机从一地起飞, 到另一地降落, 如果飞机在竖直方向的分速度 V_y 与时间 t 的关系曲线如附图1—4所示 (作图时规定飞机向上运动时 V_y 为正), 则在飞行过程中, 飞机上升的最大高度是 200 米; 在 $t = 2200$ 秒到 $t = 2400$ 秒一段时间内, 它在竖直方向的分加速度 a_y 为 -2.5 米/秒²。

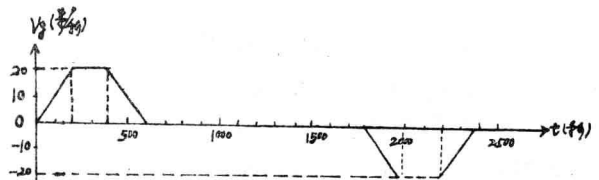


图 1—4

6. (1982年) 两个相同的声源 S_1 和 S_2 (见附图1—5) 相距10米, 频率为1700赫兹, 振动位相相同。已知空气中的声速是340米/秒, 所以由 S_1 和 S_2 发出的声波在空气中的波长是_____米。



图 1—5

图中Q是 S_1S_2 的中点, OQ 是 S_1S_2 的中垂线, 长度 $OQ = 400$ 米, OP 平行于 S_1S_2 , 长度 $OP = 16$ 米。由于两列声波干涉的结果, 在O点声振动将_____, 并且在O、P之间的线段上会出现_____个振动最弱的位置。

7. (1983年) 以 60° 的仰角抛出一物体 (空气阻力不计)。它到达最高点时的动量的大小跟刚抛出时的动量的大小之比等于_____。物体到达最高点时的动能跟刚抛出时的动能之比等于_____。

8. (1984年) 我国在1984年4月8日成功地发射了一颗通信卫星。这颗卫星绕地球公转的角速度 ω_1 跟地球自转的角速度 ω_2 之比 $\frac{\omega_1}{\omega_2} = \underline{\quad 1 \quad}$ 。

9. (1984年) S_1 和 S_2 是两个相干波源。在图1—6中分别以 S_1 和 S_2 为圆心作出了两组同心圆弧, 分别表示在同一时刻两列波的波峰和波谷。实线表示波峰, 虚线表示波谷。在图中方框内标出了三个点a、b、c。在这三个点中, 振动加强的点是ab, 振动减弱的点是c。

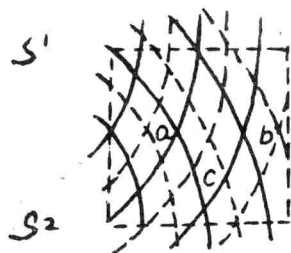


图 1—6

10. (1985年) 图1—7中所示为一双线摆, 它是在一水平天花板上用两根等长细绳悬挂一小球而构成的, 绳的质量可以忽略。设图中的 l 和 α 为已知量, 当小球垂直于纸面作简谐振动时, 周期为_____。

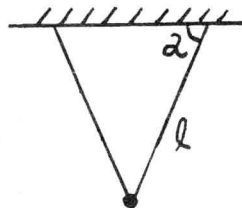


图 1—7

11. (1986年) 汽车沿半径为 R 的圆跑道行驶, 设跑道的路面是水平的, 路面作用于车的摩擦力的最大值是车重的 $\frac{1}{10}$, 要使汽车不致冲出圆跑道, 车速最大不能超过_____。

12. (1986年) 一列振幅是2.0厘米, 频率是4.0赫兹的简谐横波, 以32厘米/秒的速度沿图1—8中X轴的正方向传播。在某时刻, X坐标为-7.0厘米处的介质质点正好经平衡位置且向Y轴正方向运动。试在图中画出此时刻的波形图 (要求至少画出两个波长)。

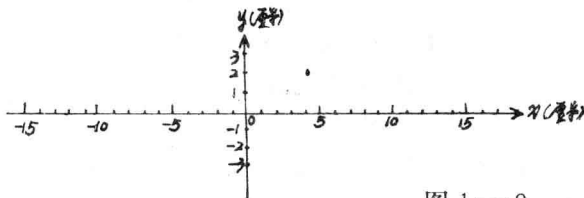


图 1—8

(二) 选择题

1. (1980年) 一架梯子斜靠在光滑的竖直墙上, 下端放在水平的粗糙地面上。下面是梯子受力情况的简单描述。哪一句是正确的? 梯子受到

- A. 两个竖直的力, 一个水平的力。
- B. 一个竖直的力, 两个水平的力。
- C. 两个竖直的力, 两个水平的力。
- D. 三个竖直的力, 两个水平的力。

答 [C]

2. (1980年) 物体竖直上抛后又落向地面, 设向上的速度为正, 它在整个运动过程中速度 V 跟时间 t 的关系是:

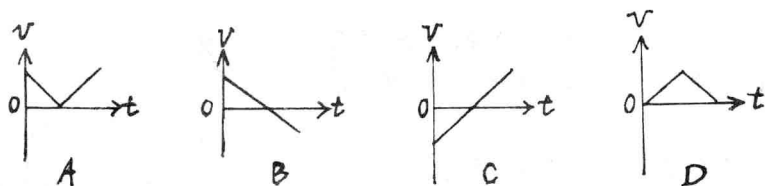


图 1—9

答 [B]

3. (1980年) 月球表面上的重力加速度为地球表面上的重力加速度的 $\frac{1}{6}$ 。一个质量为 600 千克的飞行器在月球表面上:

- A. 质量是 100 千克, 重量是 5880 牛顿。
- B. 质量是 100 千克, 重量是 980 牛顿。
- C. 质量是 600 千克, 重量是 980 牛顿。
- D. 质量是 600 千克, 重量是 5880 牛顿。

答 [D]

4. (1981年) 如图 1—10, 在光滑的水平桌面上有一物体 A, 通过绳子与物体 B 相连。假设绳子的质量以及绳子与定滑轮之间的摩擦力都可忽略不计, 绳子不可伸长。如果物体 B 的质量是物体 A 的质量的 3 倍, 即 $m_B = 3m_A$, 那么物体 A 和 B 的加速度的大小等于:

- A. $3g$
- B. g
- C. $\frac{3}{4}g$
- D. $\frac{1}{2}g$

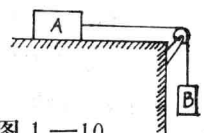


图 1—10

5. (1981年) 在光滑的水平桌面上放一物体 A, A 上再放一物体 B, A、B 间有摩擦。施加一水平力 F 于 B, 使它相对于桌面向右运动。这时物体 A 相对于桌面:

- A. 向左动。
- B. 向右动。

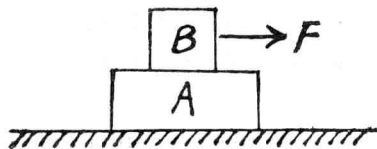


图 1—11

- C. 不动。
D. 运动，但运动方向不能判断。

答[]

6. (1981年) 假设火星和地球都是球体，火星的质量 $M_{\text{火}}$ 和地球的质量 $M_{\text{地}}$ 之比 $M_{\text{火}}/M_{\text{地}} = P$ ，火星的半径 $R_{\text{火}}$ 和地球的半径 $R_{\text{地}}$ 之比 $R_{\text{火}}/R_{\text{地}} = g$ ，那么火星表面处的重力加速度 $g_{\text{火}}$ 和地球表面处的重力加速度 $g_{\text{地}}$ 之比 $g_{\text{火}}/g_{\text{地}}$ 等于：

- A. P/g^2 。
B. pg^2 。
C. p/g 。
D. pg 。

答[]

7. (1982年) 一质点作简谐振动，其位移 X 与时间 t 的关系曲线如图 1—12 所示。由图可知，在 $t = 4$ 秒时，质点的：

- A. 速度为正的最大值，加速度为零。
B. 速度为负的最大值，加速度为零。
C. 速度为零，加速度为正的最大值。
D. 速度为零，加速度为负的最大值。

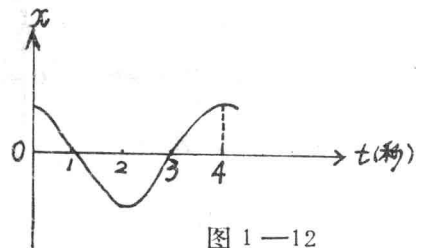


图 1—12

答[C]

8. (1982年) 两个质量相同的物体 1 和 2 紧靠在一起放在光滑水平桌面上，如图 1—13 所示。如果它们分别受到水平推力 F_1 和 F_2 ，且 $F_1 > F_2$ ，则 1 施于 2 的作用力的大小为：

- A. F_1 B. F_2
C. $\frac{1}{2}(F_1 + F_2)$
D. $\frac{1}{2}(F_1 - F_2)$



图 1—13

答[]

9. (1982年) 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 沿圆形轨道运行的周期为 T_a ，行星 B 的卫星 b 沿圆形轨道运行的周期为 T_b ，两卫星的圆轨道都非常接近各自的行星表面，则它们运行的周期之比为：

- A. $T_a : T_b = 1 : 4$ 。
B. $T_a : T_b = 1 : 2$ 。
C. $T_a : T_b = 2 : 1$ 。
D. $T_a : T_b = 4 : 1$ 。

答[]

10. (1983年) 附图 1—14 中的曲线是一列简谐横波在某一时刻的图象。根据这个图可以确定：

- A. 周期。
- B. 波长。
- C. 振幅。
- D. 波速。

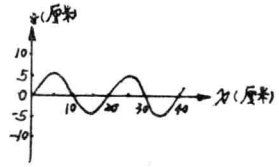


图 1—14

答 [B C]

11. (1984年) 火车在长直水平轨道上匀速行驶。门窗紧闭的车厢内有一人向上跳起, 发现仍落回到车上原处。这是因为:

- A. 人跳起后, 厢内空气给他以向前的力, 带着他随同火车一起向前运动。
- B. 人跳起的瞬间, 车厢的地板给他以向前的力, 推动他随同火车一起向前运动。
- C. 人跳起后, 车在继续向前运动, 所以人落下后必定偏后一些, 只是由于时间很短, 偏后距离太小, 不明显而已。
- D. 人跳起后直到落地, 在水平方向上人和车始终具有相同的速度。

答 [D]

12. (1985年) 一圆盘可绕一通过圆盘中心O且垂直于盘面的竖直轴转动。在圆盘上放置一木块。当圆盘匀角速转动时, 木块随圆盘一起运动。那么

- A. 木块受到圆盘对它的摩擦力, 方向背离圆盘中心。
- B. 木块受到圆盘对它的摩擦力, 方向指向圆盘中心。
- C. 因为木块随圆盘一起运动, 所以木块受到圆盘对它的摩擦力, 方向与木块的运动方向相同。
- D. 因为摩擦力总是阻碍物体运动, 所以木块所受圆盘对它的摩擦力的方向与木块的运动方向相反。
- E. 因为二者是相对静止的, 圆盘与木块之间无摩擦力。

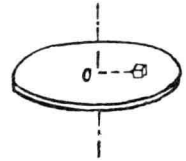


图 1—15

答 [B]

13. (1985年) 如图 1—16, 一细绳的上端固定在天花板上靠近墙壁的O点, 下端拴一小球, L点是小球下垂时的平衡位置。Q点代表一固定在墙上的细长钉子, 位于OL直线上。N点在Q点正上方, 且QN=QL。M点与Q点等高。现将小球从竖直位置(保持绳绷紧)拉开到与N等高的P点, 释放后任其向L摆动。运动过程中空气阻力可忽略不计。小球到达L后, 因细绳被长钉挡住, 将开始沿以Q为中心的圆弧继续运动。在这以后,

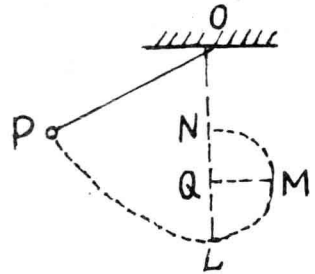


图 1—16

- A. 小球向右摆到M点, 然后就摆回来。
- B. 小球向右摆到M和N之间圆弧上某点处, 然后竖直下落。
- C. 小球沿圆弧摆到N点, 然后竖直下落。
- D. 小球将绕Q点旋转, 直到细绳完全缠绕在钉子上为止。

E. 关于小球的运动情况, 以上说法都不正确。

答 [E]

14. (1986年) 如图 1—17 所示, 一个箱子放在水平地面上, 箱内有一固定的竖直杆, 在杆上套着一个环。箱和杆的质量为 M , 环的质量为 m 。已知环沿着杆加速下滑, 环与杆的摩擦力的大小为 f , 则此时箱对地面的压力

- A. 等于 Mg 。
- B. 等于 $(M+m)g$ 。
- C. 等于 $Mg+f$ 。
- D. 等于 $(M+m)g-f$ 。
- E. 无法确定。

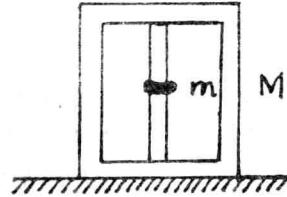


图 1—17

答 []

15. (1986年) 在有空气阻力的情况下, 以初速 V_1 上抛一物体, 经过时间 t_1 到达最高点, 又经过时间 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

- 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. $V_2 < V_1, t_2 > t_1$ 。

答 []

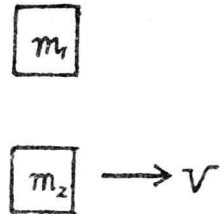
16. (1986年) 汽车甲沿着平直的公路以速度 V_0 做匀速直线运动。当它路过某处的同时, 该处有一辆汽车乙开始做初速为 0 的匀加速运动去追赶甲车。根据上述的已知条件,

- A. 可求出乙车追上甲车时乙车的速度。
- B. 可求出乙车追上甲车时乙车所走的路程。
- C. 可求出乙车从开始启动到追上甲车时所用的时间。
- D. 不能求出上述三者中任何一个。

答 []

(三) 计算题和证明题

1. (1980年) 有两个物体, 质量分别为 m_1 和 m_2 。 m_1 原来静止, m_2 以速度 V 向右运动, 如图 1—18 所示。它们同时开始受到向右的大小相同的恒力 F , 在 $m_1 < m_2$, $m_1 = m_2$, $m_1 > m_2$ 三种情况下, 它们能否达到相同的速度 (矢量)? 试列出它们速度的表达式, 并根据此式分别进行讨论, 讨论中要注意说明理由。



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?

图 1—18

2. (1981年) 如图 1—19 所示, 在光滑水平面的两端对立着两堵竖直的墙 A 和 B, 把一根倔强系数是 K 的弹簧的左端固定在墙 A 上, 在弹簧右端系一个质量是 m 的物体 1。用外力压缩弹簧 (在弹性限度内) 使物体 1 从平衡位置 O 向左移动距离 S_0 , 紧靠着 1 放一个质量

也是 m 的物体2,使弹簧、1和2都处于静止状态,然后撤去外力,由于弹簧的作用,物体开始向右滑动。

(1) 在什么位置物体2与物体1分离?分离时物体2的速率是多大?

(2) 物体2离开物体1后继续向右滑动,与墙B发生完全弹性碰撞。B与O之间的距离 X 应满足什么条件,才能使2在返回时恰好在O点与1相遇?

设弹簧的质量以及1与2的宽度都可忽略不计。

3. (1982年) 在一原子反应堆中,用石墨(碳)作减速剂使快中子减速。已知碳核的质量是中子的12倍。假设把中子与碳核的每次碰撞都看作是弹性正碰,而且认为碰撞前碳核都是静止的。

(1) 设碰撞前中子的动能是 E_0 ,问经过一次碰撞中子损失的能量是多少?

(2) 至少经过多少次碰撞,中子的动能才能小于 $10^{-6} E_0$? ($\lg 13=1.114$, $\lg 11=1.041$)

4. (1983年) 一个光滑的圆锥体固定在水平的桌面上,其轴线沿竖直方向,母线与轴线之间的夹角 $\theta=30^\circ$ (如附图1—20)。一条长度为 l 的绳(质量不计),一端的位置固定在圆锥体的顶点O处,另一端拴着一个质量为 m 的小物体(物体可看作质点)。物体以速率 V 绕圆锥体的轴线做水平匀速圆周运动(物体和绳在附图中都没画出)。

(1) 当 $V=\sqrt{\frac{1}{6}gl}$ 时,求绳对物体的拉力。

(2) 当 $V=\sqrt{\frac{3}{2}gl}$ 时,求绳对物体的拉力。

(要求说明每问解法的根据)

5. (1984年) 根据牛顿运动定律证明:两物体沿一直线运动,相互作用但不受外力时,它们的总动量保持不变。

6. (1984年) 附图1—21为天平的原理示意图,天平横梁的两端和中央各有一刀口,图中分别用A、B、O三点代表;三点在一条直线上,并且 $OA=OB=L$ 。横梁(包括固定在横梁上的指针OD)可以中央刀口为轴转动。两边的挂架及盘的质量相等。横梁的质量为 M 。当横梁水平时,其重心C在刀口的正下方,C到O的距离为 h ,此时指针竖直向下。设只在一盘中加一质量为 Δm 的微小砝码,最后横梁在某一倾斜位置上达到平衡,此时指针与竖直方向成 θ 角。已知 L 、 h 、 M 及 Δm ,求 θ 。

7. (1984年) 估算地球大气层空气的总重量。(最后结果取1位有效数字)

8. (1984年) 一辆车通过一根跨过定滑轮的绳PQ提升井中质量为 m 的物体,如图1—22所示。绳的P端拴在车后的挂钩上,Q端拴在物体上。设绳的总长不变,绳的质量、定滑轮的质量和尺寸、滑轮上的摩擦都忽略不计。

开始时,车在A点,左右两侧绳都已绷紧并且是竖直的,左侧绳长为 H 。提升时,车加

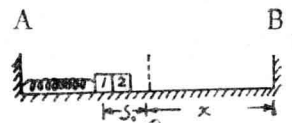


图 1—19

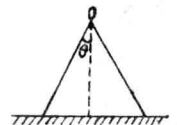


图 1—20

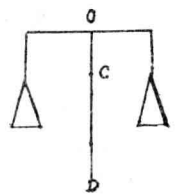


图 1—21

速向左运动，沿水平方向从A经过B驶向C。设A到B的距离也为H，车过B点时的速度为 V_B 。求在车由A移到B的过程中，绳Q端的拉力对物体做的功。

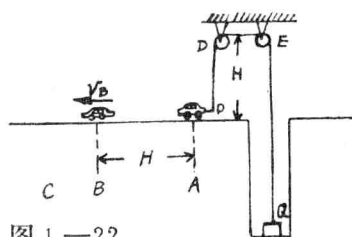


图 1—22

9. (1985年) 在一水平长直轨道上，一动力车牵引一质量为 $m=5000$ 千克的小车厢以 $V_0=36$ 千米/小时的速度匀速行驶。这时动力车对该车厢的输出功率为 $P=15000$ 瓦特。如果使车厢与动力车脱开，车厢将滑行多长的距离而停止？

10. (1985年) 一列横波在X轴线上传播着。在 $t_1=0$ 和 $t_2=0.005$ 秒时的波形曲线如图1—23所示。

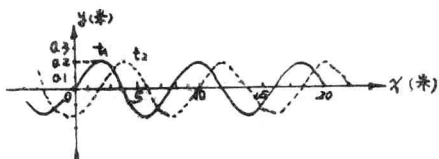


图 1—23

(1) 由图中读出波的振幅和波长。

(2) 设周期大于 (t_2-t_1) 。如果波向右传播，波速多大？如果波向左传播，波速又是多大？

(3) 设周期小于 (t_2-t_1) 并且波速为6000米/秒，求波的传播方向。

11. (1985年附加题) 一质量为 m_1 的入射粒子与一质量为 m_2 的静止粒子发生正碰已的知机械能在碰撞过程中有损失。实验中测出了碰撞后第二个粒子的速度为 V_2 ，求第一个粒子原来速度 V_0 的值的可能范围。

12. (1986年) 甲、乙两个小孩各乘一辆冰车在水平冰面上游戏。甲和他的冰车的质量共为 $M=30$ 千克，乙和他的冰车的质量也是30千克。游戏时，甲推着一个质量为 $m=15$ 千克的箱子，和他一起以大小为 $V_0=2.0$ 米/秒的速度滑行，乙以同样大小的速度迎面滑来。为了避免相撞，甲突然将箱子沿冰面推给乙，箱子滑到乙处时乙迅速把它抓住。若不计冰面的摩擦力，求

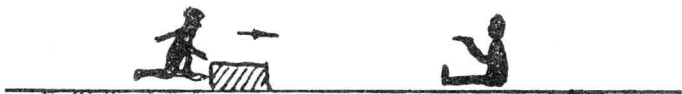


图 1—24

(1) 甲至少要以多大的速度(相对于地面)将箱子推动，才能避免与乙相撞。

(2) 甲在推出时对箱子做了多少功。

(本题参阅图1—24)

13. (1986年) 一个质量为 $m=50$ 千克的均匀圆柱体，放在台阶的旁边，台阶的高度 h 是柱体半径 r 的一半，如图1—25所示(图为其横截面)，柱体与台阶接触处(图中P点所示)是粗糙的。现要在图中柱体的最上方A处施一最小的力，使柱体刚能开始以P为轴向台阶上滚，求

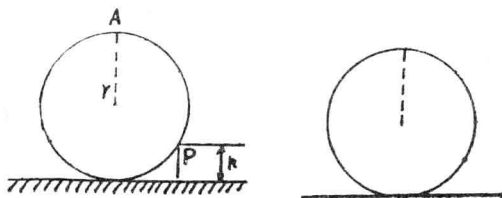


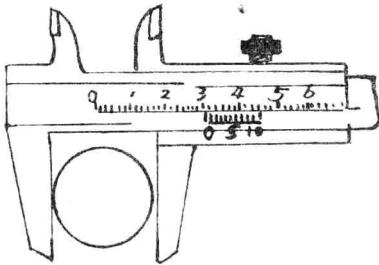
图 1—25

(1) 所加力的大小。

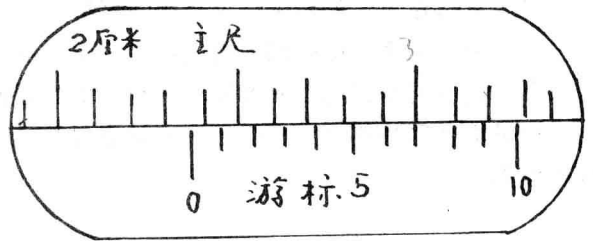
(2) 台阶对柱体的作用力的大小。

(四) 实验题

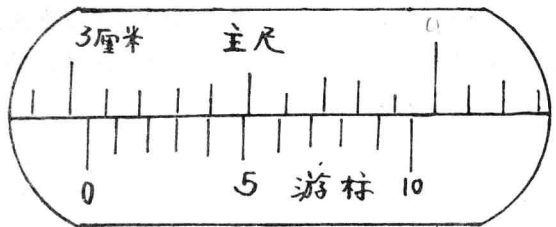
1. (1981年)用游标卡尺(图1—26 I)测一根金属管的内径和外径时,卡尺上的游标位置分别如图1—26 II和图1—26 III所示。



I



II



III

图1—26

这根金属管的内径读数是 2.37 厘米, 外径读数是 3.05 厘米, 管壁厚是 _____ 厘米。

2. (1981年)用图1—27所示的天平称质量前,先要进行哪些调节?说明调节哪些部件和怎样才算调节好了。

- B—底板; S—螺旋;
- Q—重垂线; Z—小锥体;
- D—指针; K—标尺;
- S¹—螺旋

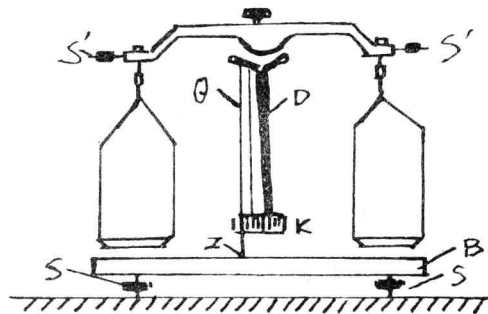


图1—27

3. (1983年)用螺旋测微器(千分尺)测小球直径时,可动刻度H的位置如附图1—28所示。这时读出的数值是_____,单位是_____。

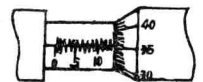


图1—28

4. (1983年)给定一个空玻璃瓶(如附图1—29所示),要利用天平和水来测定这个玻璃瓶刻度线下的容积,测定中主要应进行。

- A. 用天平称量瓶装水时瓶和水的总质量。

- B. 用天平称量空瓶的质量。
 C. 算出瓶内水的质量，求出瓶的容积。
 D. 调节天平横梁两端的螺旋，使天平平衡。
 E. 调节天平底板下面的螺旋，使天平的底板成为水平。

把以上各项的英文字母代号按实验的合理顺序填写在下面横线上空白处。



图 1 = 29

(1) _____, (2) _____, (3) _____, (4) _____,
 (5) _____。

5. (1985年) 图 1—30中表示用一零点准确的游标卡尺(主尺上每一小格等于 0.1 厘米)测量一圆柱体的直径。从放大的插图中读出的测量结果为直径 $D = \underline{2.52}$ 厘米。

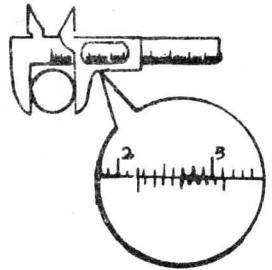


图 1—30

6. (1986年) 用螺旋测微器测量一矩形小零件的长和宽时，螺旋测微器上的示数如图 1—31 和图 1—32 所示。图 1—31 的读数是 2.475 毫米。图 1—32 的读数是 6.075 毫米。

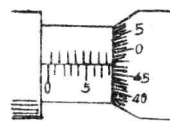


图 1—31

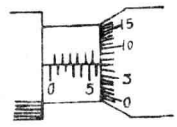


图 1—32

【试题分析】

例题 1 原题见历届题选 (三) 1

分析：这是一个牛顿定律与变速运动规律相结合的推导讨论题。

本题讨论的基础是“速度表达式”。这就是说，只有先推导出 $V_t = f(F, m, V_0, t)$ 的具体函数形式，才能分析出是否能达到相同的速度（矢量）。

在推导表达式的过程中需要用到： $F = ma$ ， $V_t = V_0 + at$ ，并且涉及到速度合成与分解的概念。尽管这些知识都是高中力学的基础知识，绝大多数考生也都熟知牢记了，但是在灵活运用它们处理问题时，不同水平的考生就会反映出在能力方面的差距了。

综上所述可以知道：本题不仅能检查考生是否掌握了基础知识，而且可以进一步了解考生的思维、推导、叙述、表达等多方面的能力。

解：

(1) 设受力后 m_1 的加速度为 a_1 ， m_2 的加速度为 a_2 。受恒力 F 作用后 某一时该 t ， m_1 的

速度为 V_1 , m_2 的速度为 V_2 。那么,

据 $F = ma$ 则

$$a_1 = \frac{F}{m_1}; a_2 = \frac{F}{m_2}$$

据 $V_t = V_0 + at$

$$\text{则 } V_{1t} = 0 + a_1 t = \frac{F}{m_1} t \quad \text{①}$$

$$V_{2t} = V + a_2 t = V + \frac{F}{m_2} t \quad \text{②}$$

上列二式就是 m_1 、 m_2 两个物体的速度表达式, 下面就可据此二式进行讨论了。

(2) 受力后 m_1 作初速为零的匀加速运动, m_2 作有一定初速度的匀加速运动, 它们的加速度和速度的方向都是向右的。

当 $m_1 < m_2$ 时, 由于 $a_1 > a_2$, m_1 的速度增加得比 m_2 的快, 虽然 m_2 已有一定初速度, 它们仍可能在某一时刻达到相同的速度。

当 $m_1 = m_2$ 时, 由于 $a_1 = a_2$, 它们的速度增加得一样快, m_2 已有一初速度 V , 因此 m_1 的速度将总是比 m_2 的速度小 V , 它们不可能达到相同的速度。(注: 当 $m_1 = m_2$ 时, 读者可以据上面的①、②两式导出 $V_{2t} = V + V_{1t}$, 即 $V_{2t} - V_{1t} = V$, 这就定量地表明了 m_1 的速度总是比 m_2 的速度小 V 。)

当 $m_1 > m_2$ 时, 由于 $a_1 < a_2$, m_1 的速度增加得比 m_2 的慢, m_2 已有一初速度, 因此 m_1 的速度将越来越小于 m_2 的速度, 它们也不可能达到相同的速度。

(3) 如果 F 跟 V 垂直, 那么, F 的作用只是使 m_1 和 m_2 在垂直于 V 的方向上的速度增加, 而对它们在 V 方向的即向右的速度没有影响。因此 m_1 将始终没有向右的速度分量, 而 m_2 将在向右的方向上始终保持速度 V 。这样, 在任何时刻 m_1 和 m_2 的速度方向都不会相同, 因此它们不可能达到相同的速度。

说明: 解答这类题目, 既需要严格的定量推导; 又需要准确的定性说明。这就给考生提出了要求——学习物理不能只会死套公式解决简单的数字计算题, 而是要深入理解基础知识灵活地讨论各种问题。

需要指出一点: 目前高中物理课本已不强调矢量表达式, 因此容易误认为 $V_{2t} = V + a_2 t = V + \frac{F}{m_2} t$ 仅限于 F 与 V 同向, 实际上 $\vec{V}_{2t} = \vec{V} + \vec{a}_2 t = \vec{V} + \frac{\vec{F}}{m_2} t$ 对于 \vec{F} 与 \vec{V} 不在同一直线上也是正确的。

例题 2 原题见历届题选 (三) 3

分析: 这是一道带有原子物理色彩的力学题目。题中涉及的物理现象是: 在原子反应堆中, 铀 235 裂变时产生的快中子跟减速剂 (石墨) 的碳原子核碰撞后, 能量减小, 变成慢中子。题中给定的条件是: 中子与碳核的每一次碰撞都看作是弹性正碰, 而且认为碰撞前碳核是静止的。其中“弹性正碰”是解答这道题的关键条件。

弹性正碰应当遵循两条基本规律:

(1) 由于在碰撞过程中，中子与碳核间的相互作用力远大于外力，所以外力可以忽略不计，因此中子与碳核组成的质点系统遵循动量守恒定律。

(2) 中子与碳核碰撞时，它们之间的相互作用力属于弹性力，不存在耗散力。其碰撞过程可以分为压缩阶段和恢复阶段。在压缩阶段，中子与碳核克服弹性力做功，一部分动能转化为弹性势能；在恢复阶段，弹性力做功，弹性势能又全部变成中子与碳核的动能。因此，从碰撞始末来看，势能没有变化，中子与碳核组成的质点系统内的总动能应该是守恒的。

解：

(1) 设中子与碳核的质量分别为 m 和 M ，碰撞前中子的速度为 v_0 ，碰撞后中子与碳核的速度分别为 v 和 V 。根据动量守恒定律，可得：

$$m v_0 = m v + M V \quad (1)$$

根据弹性碰撞中动能守恒，可得：

$$\frac{1}{2} m v_0^2 = \frac{1}{2} m v^2 + \frac{1}{2} M V^2 \quad (2)$$

由(1)、(2)二式可解出：

$$v_0 + v = V$$

将上式代入①中，得：

$$v = \frac{m - M}{m + M} v_0 \quad (3)$$

已知 $M = 12m$ ，代入③中可得：

$$v = -\frac{11}{13} v_0 \quad (4)$$

因此经过一次碰撞中子损失的能量为：

$$\begin{aligned} \Delta E &= \frac{1}{2} m v_0^2 - \frac{1}{2} m v^2 \\ &= E_0 \left(1 - \frac{121}{169} \right) = \frac{48}{169} E_0 \end{aligned} \quad (5)$$

(2) 设 E_1, E_2, \dots, E_n 分别表示中子在第1次、第2次……第 n 次碰撞后的动能。由④可得：

$$E_1 = \frac{1}{2} m v^2 = \left(\frac{11}{13} \right)^2 E_0 \quad (6)$$

同理可得：

$$E_2 = \left(\frac{11}{13} \right)^2 E_1 = \left(\frac{11}{13} \right)^4 E_0$$

.....

.....