

$$8-47 \quad \frac{1}{2}MR^2\left(\frac{T_2^2}{T_1^2}-1\right)。$$

$$8-48 \quad (1) \frac{2\pi}{\sqrt{C\left(\frac{1}{I_1}+\frac{1}{I_2}\right)}} \quad (2) \text{是原来的} \sqrt{1+\frac{I_1}{I_2}} \text{倍。}$$

$$8-49 \quad T=2\pi\sqrt{\frac{m}{2\rho gS}}。$$

$$8-50 \quad T=2\pi\sqrt{\frac{m}{\rho gS(\sin\alpha+\sin\beta)}}。$$

$$8-51 \quad T=2\pi\sqrt{\frac{d}{2\mu g}}。$$

$$8-52 \quad T=2\pi\sqrt{\frac{4m}{\pi\rho d^2g}}。$$

$$8-53 \quad T=2\pi\sqrt{\frac{m\bar{l}}{4P}}。$$

8-54 $\alpha=b$ 时周期最大。

8-56 (1) 200 尔格。 (2) 200 尔格。

(3) 距平衡点 0.71 厘米。 (4) $n\pi \pm \alpha$, $\alpha=35.3^\circ$,

n 为整数。

8-57 (1) 1:1。 (2) 1:4。 (3) 1:1。

(4) 2:1。 (5) 1:2。

8-58 $\frac{1}{4}$ 倍。

8-59 $S=\sqrt{6l}\cos(10t-5^\circ 12')$ 厘米。

8-60 (1) $S=\sqrt{6l}\cos(10t+84.8^\circ)$ 厘米。 (2) $\frac{3}{4}\pi$ 。

(3) $-\frac{3}{4}\pi$ 。

8-61 $A_2=5.0$ 厘米; $\varphi_1-\varphi_2=-82.5^\circ$ 。

$$8-62 \quad \begin{cases} S_x = A \cos \alpha \cos(\omega t + \varphi_0); \\ S_y = A \cos \beta \cos(\omega t + \varphi_0); \\ S_z = A \cos \gamma \cos(\omega t + \varphi_0). \end{cases}$$

8-63 (1) 正椭圆运动, 半长轴(a, b), 顺时针转动。

(2) 正椭圆运动, 半长轴(a, b), 逆时针转动。

$$8-64 \quad x = A \cos\left(\omega t - \frac{5}{6}\pi\right), \quad y = A \cos\left(\omega t - \frac{1}{3}\pi\right).$$

8-65 (2)。

8-66 在 $U-W$ 平面内, 半长轴为(0.42, 0.62)的正椭圆作逆时针转动。

8-67 椭圆运动, 逆时针转动。

8-69 510 赫兹。

8-71 1.5%。

8-72 (1) 6.13。 (2) 0.64 秒。 (3) 2.31 秒。

8-73 $\lambda = 0.0069$ 。

8-74 500 厘米。

8-77 10.9 秒。

8-78 0.72 秒。

8-80 0.44 秒。

8-84 70 米/秒。

8-85 $\alpha = 1.6$ 达因·秒/厘米; $f_{\max} = 100$ 达因。

8-86 (1) 8.7×10^{-5} 厘米。 (2) 189 转/分。

8-87 0.33 秒。

$$8-91 \quad (1) \quad x = A_x \cos\left(\sqrt{\frac{C}{m}}t + \varphi_{0x}\right), \quad y = A_y \cos\left(\sqrt{\frac{C}{m}}t + \varphi_{0y}\right);$$

A_x, A_y 是振幅, $\varphi_{0x}, \varphi_{0y}$ 是初周相。 (2) $A_x = A_y$, 并 $\varphi_{0x} - \varphi_{0y} = \pm \frac{\pi}{2}$

时，作圆周运动，周期为 $2\pi\sqrt{\frac{m}{C}}$ 。(3) $A_x = A_y$ ，并 $\varphi_{0x} - \varphi_{0y}$

$= 0$ ， π 时作直线运动，与 x 轴交角为 45° ，周期为 $2\pi\sqrt{\frac{m}{C}}$ 。

8-93 (1) 距最低位置 7.45 厘米。(2) 1.33 厘米。

(3) 距最低位置 0.68 厘米。

8-94 (1) 简谐振动，周期 84 分 28 秒。(2) 7.9 公里/秒。

(3) 42 分 14 秒。

8-95 (1) $\theta = \theta_0 \sin(\omega t + \varphi_0)$ ， $\theta_0 = 3.2 \times 10^{-3}$ 弧度， $\varphi_0 = \pi$ 。

(2) $\theta = \theta_0 \sin(\omega t + \varphi_0)$ ， $\theta_0 = 3.2 \times 10^{-3}$ 弧度， $\varphi_0 = 0$ 。

8-96 $\theta = \theta_0 \sin(\omega t + \varphi_0)$ ， $\theta_0 = 7.07 \times 10^{-3}$ 弧度， $\omega = 3.13$ 秒⁻¹， $\varphi_0 = \frac{1}{4}\pi$ 。

8-97 $T = 2\pi\sqrt{\frac{Mm}{(M+m)k}}$

8-98 质心以速度 $\frac{1}{8}v$ 运动，同时系统作简谐振动振幅 $A = \frac{v}{16}\sqrt{\frac{2M}{k}}$ ，周期 $T = 2\pi\sqrt{\frac{M}{2k}}$ 。

8-99 偏小，0.55%。

8-100 $\eta = \frac{m\pi}{sT_1T_2}\sqrt{T_2^2 - T_1^2}$ 。

8-101 (1) $\frac{T_1}{T_2} = \sqrt{\frac{6}{5}}$ 。

(2) 圆心与 O 轴的连线上距圆心 $\sqrt{\frac{3}{4}}R$ 处。

8-102 $2\pi\sqrt{\frac{ml}{2\gamma P_0 s}} = 6.5 \times 10^{-2}$ 秒。

8-103 46 厘米。

第九章 机械波

9-2 A、B、C、D 各点依次为：(1) $\frac{1}{4}T$, $\frac{1}{2}T$, $\frac{3}{4}T$, T 。(2) $-\frac{\pi}{2}$, $-\pi$, $\frac{\pi}{2}$, 0 。(3) 0 , A , 0 , A 。(4) 0 , $-A\omega$, 0 , $A\omega$ 。

9-3 $v=12$ 厘米/秒； $\lambda=24$ 厘米。

9-4 (1) $v=50$ 米/秒。(2) $\frac{dS}{dt}=15.7$ 厘米/秒。

9-5 (1) 振幅 a ，角频率 b ，周期 $\frac{2\pi}{b}$ ，波长 $\frac{2\pi}{c}$ ，频率 $\frac{b}{2\pi}$ ，波速 $\frac{b}{c}$ 。(2) 振幅 20 厘米，角频率 2.5π 秒⁻¹，周期 0.80 秒，波长 200 厘米，频率 1.25 秒⁻¹，波速 250 厘米/秒。

9-6 $S=\sin 200\pi t$ 厘米。

9-7 $S_{05}=0$ ； $\left(\frac{dS}{dt}\right)_{05}=6.28$ 厘米/秒。

9-8 $S=10 \sin\left[7\pi\left(t-\frac{x}{84}\right)+\frac{5}{6}\pi\right]$ 。

9-9 否。

9-10 (1) 设 $S=A \sin\left(\omega t - \frac{2\pi x}{\lambda} + \varphi_0\right)$, $\varphi_{00}=\pi$, $\varphi_{01}=\frac{\pi}{2}$, $\varphi_{02}=0$, $\varphi_{03}=-\frac{\pi}{2}$, $\varphi_{04}=-\pi$ 。(2) 设 $S=A \sin\left(\omega t + \frac{2\pi x}{\lambda} + \varphi_0\right)$, $\varphi_{00}=0$, $\varphi_{01}=\frac{\pi}{2}$, $\varphi_{02}=\pi$, $\varphi_{03}=-\frac{\pi}{2}$, $\varphi_{04}=0$ 。

9-12 $\frac{P_1}{P_2}=16$ 。

9-14 (1) 3.0×10^{-4} 尔格/厘米³, 6.0×10^{-4} 尔格/厘米³。

(2) 4.6 尔格。

9-17 入射角为 60° 。

9-18 (1) $u = \frac{\lambda_2 v_1 - \lambda_1 v_2}{\lambda_2 - \lambda_1}$ (2) $D = \frac{\lambda_1 \lambda_2}{\lambda_2 - \lambda_1}$

9-20 距 A 点 15 米。

9-21 (1) 0。 (2) $S_P = 10 \sin [200\pi(t - 1.80) + \varphi_0]$, φ_0 是 A、B 的初周相, 即 $S_A = S_B = 5 \sin(\omega t + \varphi_0)$ 。 (3) $S_P = 5\sqrt{2} \sin \left[200\pi(t - 1.80) + \varphi_0 \pm \frac{\pi}{4} \right]$, φ_0 是 B 的初周相, 即 $S_A = 5 \sin(\omega t + \varphi_0 \pm \frac{\pi}{2})$, $S_B = 5 \sin(\omega t + \varphi_0)$ 。

9-22

<i>I</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>e</i>	<i>f</i>	<i>g</i>	<i>h</i>	(单位 I_0)
(1)	0	2	4	2	0	2	4	2	
(2)	4	2	0	2	4	2	0	2	
(3)	4	2	0	2					

9-23 $v = 3.0 \times 10^2$ 米/秒; $\lambda = 1.30$ 米。

9-25 (1) $y = 2A \cos \frac{2\pi x}{\lambda} \sin \omega t$, $x = \frac{(2k+1)\lambda}{4}$ 波节, $x = \frac{k\lambda}{2}$

波腹, $k = 0, 1, 2, \dots$ 。 (2) $y = 2A \sin \frac{2\pi x}{\lambda} \cos \omega t$, $x = \frac{(2k+1)\lambda}{4}$

波腹, $x = \frac{k\lambda}{2}$ 波节, $k = 0, 1, 2, \dots$ 。

9-26 $S = A \cos \omega t$ 。

9-27 1.8 公里/秒; 向锦州方向错动。

9-28 680 赫兹。

9-29 $\nu_0 = 468$ 赫兹; $u = 66.4$ 公里/小时。

- 9-31 偏大, 0.33%。
- 9-32 双原子分子气体 $v_{\text{平}}:v_{\text{方}}=1:1.349$;
单原子分子气体 $v_{\text{平}}:v_{\text{方}}=1:1.236$ 。
- 9-33 $\alpha=0.0017^{\circ}\text{C}^{-1}$ 。
- 9-34 31.4 秒。
- 9-35 4.8×10^{-10} 米²/牛。
- 9-36 声速 1400 米/秒, 泛音频率 $\nu=n\nu_0$, $n=1, 2, 3, \dots$ 。
- 9-37 3.43×10^3 米/秒。
- 9-38 1.07 公里。
- 9-39 (1) 41.3 克/(厘米²·秒)。 (2) 1.45×10^5 克/(厘米²·秒)。
(3) 3.95×10^6 克/(厘米²·秒)。 (4) 2.86×10^5 克/(厘米²·秒)。
- 9-40 (2) 7×10^{-10} 厘米。 (3) 5×10^{-6} 厘米/秒。 (4)
 4×10^{-3} 厘米。
- 9-42 27.76°C 。
- 9-43 (1) $P_1/P_2=1.74 \times 10^{-2}$ 。 (2) $I_1/I_2=3.3 \times 10^3$ 。
- 9-44 (1) 增加为两倍。 (2) 10000 把。
- 9-45 4.6×10^{-2} 毫瓦。
- 9-46 1.26 瓦。
- 9-47 8×10^{-4} 尔格/(厘米²·秒)。
- 9-48 (1) 9.0 秒。 (2) 58 秒。 (3) 0.46 秒。
- 9-49 $k \times 100$ 赫兹, $k=1, 2, 3, \dots$ 。
- 9-50 $(2k+1) \times 50$ 赫兹, $k=0, 1, 2, 3, \dots$ 。
- 9-52 30 厘米。
- 9-53 $T_1:T_2=\sqrt{2}:1$ 。
- 9-54 减少 6.4 赫兹。
- 9-55 2%。

- 9-56 20°C 。
9-57 398 赫兹。
9-58 3 赫兹。
9-59 (1) 缩短 $1/8$ 秒。 (2) 延长 $1/8$ 秒。
9-60 2040 赫兹。
9-61 70.6 公里/小时。
9-62 子弹速度为空气中声速的两倍。

第十章 固体的弹性

- 10-1 2.1×10^{12} 达因/厘米²。
10-2 应力 10 公斤力/毫米²; $\Delta L = 0.50$ 毫米; $\frac{\Delta L}{L} = 5 \times 10^{-4}$ 。
10-3 2.9×10^{-3} 厘米。
10-4 (1) 75 厘米。 (2) $T_A = 0.9$ 公斤力, $T_B = 3.6$ 公斤力。
10-5 $\frac{1}{\sqrt{3}}$ 倍。
10-6 (1) 增加 0.00035 秒。 (2) 增加 0.0080 秒。
10-7 2.45×10^3 公斤力/厘米²。
10-8 8.2×10^2 公斤力/厘米²。
10-9 (1) 6.67×10^3 公斤力/厘米²。(2) 纵向应变 3.3×10^{-3} , 横向应变 0.91×10^{-3} 。(3) 减少 0.33 厘米。(4) 减少 0.15%。
10-10 (1) 减小 0.06%。(2) 减小 0.07%。
10-11 (1) 伸长 $\frac{1}{2} \frac{\rho g l^2}{E}$ 。(2) 增加 $\frac{1-2\sigma}{E} l p$ 。

10-12 2.0×10^3 公斤力。

10-14 (1) $F = \frac{1}{2} \frac{M\omega^2}{L} (L^2 - x^2)$, x 是离轴的距离。

$$(2) \Delta L = \frac{M\omega^2 L^2}{3ES}。$$

10-15 (1) 应力均为 F/S 。

(2) 长度减少 $\frac{1}{2} \frac{LF}{ES}$; 距 A 端为 x 处的截面上之应力

$$\text{为 } \frac{F}{S} \left(1 - \frac{x}{L}\right)。$$

10-16 零。

10-17 切向力 $f_t = \frac{Mr^2\beta}{4\pi R^2}$; 法向力 $f_n = \frac{M\beta^2 t^2}{3\pi R^2 r} (R^3 - r^3)$, 指

向盘心, t 是开始转动后的时间。

10-18 (1) 1.0×10^3 公斤力/厘米²。(2) 压应力 2.1×10^2 公斤力/厘米²。

10-22 1.35 秒。

10-23 两端各加一力矩 5.8 公斤力·米。

$$10-24 \frac{l^3}{S(\lambda_2^2 - \lambda_1^2)} \left(\frac{P_2}{\lambda_2} - \frac{P_1}{\lambda_1} \right)。$$

$$10-26 2 \left(\pi + \frac{2a}{b} \right) \sqrt{\frac{am}{ES}} \text{ 秒。}$$

10-27 (1) h 很小, 抬高后钢丝不弯曲时作简谐振动。(2) 0.079 秒。

10-28 (1) 8.4×10^{11} 达因/厘米²。(2) 2.3×10^6 尔格, $< Ph$ 。有损耗。

10-29 (1) $E_{p_1} = 6.4$ 焦耳。(2) $E_{p_2} = 6.7$ 焦耳。

第十一章 流体力学

11-1 变大了 100 克。

11-4 (1) 上下压力差为 Δmg , Δm 为小液块的质量。 (2) 不同。 $\Delta P = \Delta m(g + a)$ 。

11-5 45 吨/米²。

11-6 (1) 1.29 米。 (2) 1.33 米。

11-7 空心。

11-8 4.34 吨。

11-9 $r_{\text{铝}} > r_{\text{水}} > r_{\text{木}}$ 。

11-10 使用氢时，飞艇体积 $V_1 = 8.33 \times 10^3$ 立方米；使用氦时，飞艇体积 $V_2 = 8.99 \times 10^3$ 立方米。

11-14 取桶的对称轴为 y 轴，方向向上，离 y 轴的距离为 r ，水面最低点为原点。则水面的方程为

$$y = \frac{\omega^2}{2g} r^2。$$

11-15 (1) 680 克。 (2) $P = P_0 + 7840$ 达因/厘米²，其中 P_0 是大气压强。

11-16 (1) 42.7%。 (2) 0.46L。

11-17 5.92 厘米。

11-18 (1) $W = 1.17$ 公斤。 (2) 2.83 公斤，向下。

11-19 作用于壁的力为 $F_1 = 2 \times 1.53 \times 10^6 + 2 \times 9.18 \times 10^5 = 4.896 \times 10^6 \approx 4.9 \times 10^6$ 牛；

作用于池底的力为 $F_2 = 3.68 \times 10^7$ 牛。

11-20 (1) 2.09×10^5 牛·米，方向顺时针向。 (2) 1.05×10^5 牛·米，方向反时针向。

11-21 (1) 2.04×10^7 牛·米。 (2) 9.70×10^8 牛·米。

(3) 水的转矩不变, 仍为 $L_{\text{水}} = 2.04 \times 10^7$ 牛·米; 坝身的转矩为 $L_{\text{坝}} = 3.44 \times 10^9$ 牛·米。

11-22 (1) $\sqrt{2}mg$ 达因·厘米。 (2) 2 厘米。

11-23 (1) A, B 两点有压力差, 这就是 AB 段的动力。 (2) 不能。 (3) 不能。 (4) 约为 10 米。

11-26 从球的坐标系来看, 下落时空气流线是向上的平行线。球的自转在空气中形成环流, 这就使球一侧流线变密, 另一侧变疏。流线密的一边, 速度大, 压力小。所以球向压力小的一边飘过来, 这就拐了弯。

11-27 (1) 应当是 $h_1 = h_2 = h_4 > h_3$, 但实际情况为 $h_1 > h_2 > h_4$, 这是存在粘滞的缘故。 (2) $h_0 = h_1 = h_2 = h_3 = h_4$ 。

11-28 (1) $P_B = 1.01 \times 10^6$ 达因/厘米² = 1.01×10^5 帕; $P_A = 0.99 \times 10^6$ 达因/厘米² = 0.99×10^5 帕; $P_C = 1.03 \times 10^6$ 达因/厘米² = 1.03×10^5 帕。 (2) C 管水向下流, 形成虹吸; A 管流入湖中; B 不动, 但一有扰动, 水就流回湖中。 (3) $P_f = P_o > P_a > P_b = P_d > P_c$ 。

11-29 $S_B \sqrt{2gh}$ 。

11-31 从孔处计, 水平射程为 6.58 米。

11-32 3.9×10 米/秒。

11-33 (1) $x \approx 14$ 米。 (2) 14 牛。 (3) 24 牛。

11-34 2.97×10^5 帕 ~ 3 个大气压。

11-36 (1) $P_B = 1.7 \times 10^5$ 帕。 (2) 3.3 升/秒。

11-37 A 最大, B 最小。

11-38 $P_B = P_A + \rho gh - \frac{3}{2} \rho v_A^2$ 。

11-40 40 厘米/秒。

11-41 $P_A - P_B = 1.4 \times 10^4$ 帕。

11-42 此处水压 $P = 2.94 \times 10^5$ 帕; 打开龙头时, 此处水流速

度 $v \approx 20$ 米/秒。

11-44 (1) 设 h_C 是 C 点与液面距离; h_{AB} 是 A, B 点深度差; h_{BC} 是 B, C 点深度差; S_A, S_B 分别是 A, B 处容器面积; ρ 为液体密度。则:

$$\text{当 } h_{AB} = h_C \left(1 - \frac{S_B^2}{S_A^2} \right) \text{ 时, } P_A = P_B;$$

$$\text{当 } h_{AB} > h_C \left(1 - \frac{S_B^2}{S_A^2} \right) \text{ 时, } P_A < P_B;$$

$$\text{当 } h_{AB} < h_C \left(1 - \frac{S_B^2}{S_A^2} \right) \text{ 时, } P_A > P_B。$$

$$(2) P_B = P_C - \rho g h_{BC}。$$

$$\mathbf{11-45} \quad S_1 S_2 \sqrt{\frac{2gh}{S_1^2 - S_2^2}}$$

11-46 该处压强比大气压低 14.5 达因/厘米² = 1.45 帕。

11-47 (1) $v_a = 83.3$ 厘米/秒; $v_b = 333$ 厘米/秒。 (2)

$h = 4.2$ 厘米。

11-50 107 公斤/时。

11-51 $P \approx 2.5$ 千瓦。

11-52 $S_1 \approx 4.4$ 厘米²。

11-53 (1) 与 A 处液面平。 (2) 与 B 下端口平。 (3)

比 B 下口稍高。 (4) 比 B 下口稍高。

11-56 (1) 因为管的下口压力为 $P_A >$ 大气压, 将水往上压。

(2) $v = 8.3$ 米/秒。 (3) $v = 32$ 公里/时。

11-57 46 厘米。

11-58 设水面高度为 h , h 随时间变化。

$$(1) \text{ 水面降低的速率 } v = \frac{S_1}{S} \sqrt{2gh}; \frac{dv}{dt} = -g \left(\frac{S_1}{S} \right)^2,$$

所以水面匀减速地向下移动。 (2) $t = 227$ 秒。 (3) $t_1 = 66.42$ 秒。

- 11-59 (1) 442.7 厘米/秒。 (2) 442.7 克。
 (3) 1.96×10^5 克·厘米/秒。 (4) 1.11×10 牛。

11-61 (3) 开在 $\frac{1}{2}$ 水深处。

11-63 (1) $v = 242$ 厘米/秒。 (2) $v = 242$ 厘米/秒。(3)
 $v = 257$ 厘米/秒。

11-64 (1)、(2)相同； (3) 水流加快。

11-65 (1) $v = 443$ 厘米/秒。 (2) 3.92×10^5 达因·厘米。

$$11-68 \quad v = \sqrt{\frac{2\kappa}{\kappa-1} \frac{P_0}{\rho_0} (n^{\frac{\kappa-1}{\kappa}} - 1)},$$

式中 P_0 为大气压, ρ_0 为大气密度。

11-70 (1) $P = P_0 - \frac{1}{2} \rho gh$, 式中 P_0 为大气压, ρ 为水的密度。
 (2) $v = \sqrt{gh}$ 。

11-71 $P = 1.03 \times 10^5$ 帕。

11-72 $t = 0.75$ 秒。

11-73 (1) AB 受粘滞力 F_{AB} , 方向向后(即向左); CD 受粘滞力 F_{CD} , 方向向前(即向右)。(2) AC 受压力 P_{AC} , 方向向前;

BD 受压力 P_{BD} , 方向向后; 在稳定流动下, $F_{AB} - F_{CD} = P_{AC} - P_{BD}$ 。

$$11-75 \quad (2) \text{ 流量 } Q = \frac{2}{3} \frac{\rho g L a^3}{\eta}.$$

11-76 管心流速 $v = 7.0$ 厘米/秒。

11-77 不会向下落。

11-78 水滴半径 $r = 0.03$ 厘米。

11-79 $\frac{\text{钢球半径}}{\text{玻球半径}} = 0.86$ 。

11-80 在液体中收尾速度 $v_1 = -0.33$ 厘米/秒；在水中收尾速度 $v_2 = -54.4$ 厘米/秒。负号表示上升。

11-81 $v_1 \approx 0.77$ 厘米/秒。 $v = 1.88 \approx 1.9$ 厘米/秒。

11-82 (1) $v_1 \approx -2 \times 10^{-5}$ 厘米/秒，负号表示上升。
(2) $v_2 \approx 4 \times 10^{-2}$ 厘米/秒。

11-83 平均功率 $\bar{P} = 1023$ 尔格/秒。

第十二章 狭义相对论的基本概念

12-3 (1) 50 年。

12-4 (1) 10^4 年。

12-5 (1) $v_{AB} = v_A + v_B$ 。 (2) $v = 1.4c$ 。 (3) 不违反。狭义相对论只是说，在任一惯性系中，光速不变，但在这个惯性系中，任意两物之间的相对速度仍然符合伽里略变换，狭义相对论对这点并无限制。但若以此两物之一为参考系，此时另一物的速度就要用相对论的速度合成公式求得，而不能用伽里略的速度合成公式。(4) $v'_B = -0.95c$ 。

$$12-8 \quad x = \frac{x' + vt'}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}, \quad y = y', \quad z = z', \quad t = \frac{t' + \frac{v}{c^2}x'}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}.$$

$$12-9 \quad v_x = \frac{v'_x + v}{1 + v'_x \frac{v}{c^2}}, \quad v_y = \frac{v'_y \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}{1 + v'_x \frac{v}{c^2}}, \quad v_z = \frac{v'_z \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}{1 + v'_x \frac{v}{c^2}}.$$

12-10 (1) 160 公里/秒。 (2) 40 公里/秒。

(3) $v_{前} = 156.86$ 公里/秒； $v_{后} = 40.82$ 公里/秒。

12-11 这长杆以匀速 v 后退作螺旋转动，转速为原来的

$\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$ 倍。

12-13 (1) $0.87l_0$ 。 (2) $1.15\Delta t_0$ 。

12-14 $v=0.9998c_0$ 。

12-15 年龄差 $\Delta\tau_{\text{星系}}=1.8843\times 10^6\text{秒}=2.1809\text{日}=5.9750\times 10^{-3}\text{年}$ 。

12-16 年龄差 $\Delta\tau_{\text{地球}}=7.75\times 10^8\text{秒}=8979\text{日}=24.6\text{年}$ 。

12-17 年龄差 $\Delta\tau_{\text{地球}}=9.12\times 10^5\text{秒}=10.55\text{日}=2.89\times 10^{-2}\text{年}$ 。

12-19 正确，符合相对论变换。

12-20 (2) 事件的次序可能会反过来。

12-21 站在路边上看，A 先开枪，过了 12.5 纳秒之后，B 才开枪。

12-22 (1) 都对。 (2) 甲，乙车都变短了，哪个速度大，哪个就变得更短。 (3) 得出与这个车上的人一致的结论。

12-23 有可能横着拿进门来。

12-24 达不到，因小孩的横截面可以考虑成圆形，只有一个方向的变薄是挤不进来的。

12-25 (1) 地球上 10 年相应于航行者 8 年。所以在旅行过程，飞船内的钟发出 $t=0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8$ 共九个脉冲。

(2)

地球上的钟发出脉冲时的读数	航行飞船上收到脉冲的读数	地球上的钟发出脉冲时的读数	航行飞船上收到脉冲的读数
0	0	6	6.0
1	2	7	6.5
2	4 换向点	8	7.0
3	4.5	9	7.5
4	5.0	10	8.0
5	5.5		

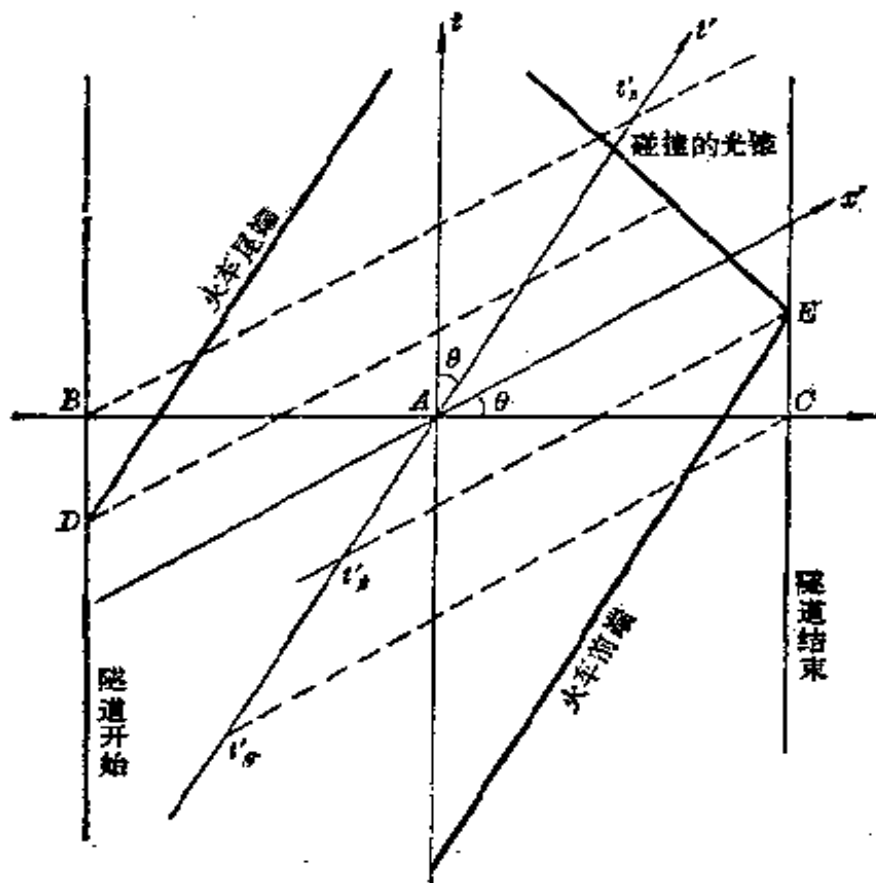


图 12-26 (2)

隧道参照系 (x, t) ; 火车参照系 (x', t')

$\tan\theta = \frac{3}{5}$, A: 中点相遇, B: 门关上,

C: 门关上, D: 尾端进入, E: 前端撞上。

(x, t) 认为, 事件的顺序是 $E, (A, B, C), D$, 两支火箭都是在比它们距离短的隧道之外同时爆发的。隧道看守人 (x', t') 认为, 事件的顺序是 B, D, A, E, C , 所以, 一个火箭爆发得太早, 而另一个则爆发得太迟, 虽然火车比隧道短, 可火箭都是在外面的爆发的。 (2) 隧道看守 (x, t) 人认为, 事件的顺序是 $D, (A, B, C), E$, 所以火车后端是在两门关上之前进入隧道的, 而火车前端则是在两门同时关上之后试图冲出去的, 这与同时关门和火车变短是一致的。司机 (x', t') 认为, 事件的顺序是 C, E, A, D, B , 所以, 前方铁门关得太早, 就发生了碰撞, 而尚不知撞车事件的火车后端继续行驶, 使得它在关得太迟的后方铁门落下之前进入隧道。

12-27 (1) 周日光行差常数 $k_{\text{日}} = 0.319'' \approx 0.32''$ 。(2) 周年光行差常数 $k_{\text{年}} = 20.47''$ 。(3) 64。

12-28 (2) 所有的星都可看见。

12-30 (1) 5.81×10^{-13} 焦耳。(2) $E_{k(\text{牛})} = 4.02 \times 10^{-14}$ 焦耳, $E_{k(\text{星})} = 4.99 \times 10^{-13}$ 焦耳; 所以

$$\frac{E_{k(\text{牛})}}{E_{k(\text{星})}} = 0.08。$$

12-31 (1) 1.64×10^8 米/秒。(2) 2.82×10^8 米/秒。

12-32 (1) $v_1 = 3.0 \times 10^7$ 米/秒时, $m_1 = 10.05$ 克; $v_2 = 2.7 \times 10^8$ 米/秒时, $m_2 = 22.94$ 克。(2) $E_{k_1(\text{牛})} = 4.5 \times 10^{19}$ 尔格, $E_{k_2(\text{牛})} = 3.65 \times 10^{21}$ 尔格; $E_{k_1(\text{星})} = 4.5 \times 10^{19}$ 尔格, $E_{k_2(\text{星})} = 1.16 \times 10^{22}$ 尔格; 所以 $\frac{E_{k_1(\text{牛})}}{E_{k_1(\text{星})}} = 1$; $\frac{E_{k_2(\text{牛})}}{E_{k_2(\text{星})}} = 0.3$ 。(3) 则无相对论效应。

12-33 少算了 $\Delta E_k \approx 2.7 \times 10^4$ 焦耳; 可用来将飞船升高 0.34 米。

12-34 $P = 7.47 \times 10^{-18}$ 公斤·米/秒; $E = 2.54 \times 10^{-10}$ 焦耳; $m_0 = 1.34 \times 10^{-26}$ 公斤 ≈ 8 个质量数。

12-35 3.07×10^6 吨。

12-36 (1) 2.5×10^7 度电。(2) 2.25×10^{-6} 公斤。

12-37 放出能量 $E = 7.47 \times 10^{13}$ 焦耳; 水的质量 $m = 1.78 \times 10^5$ 吨。

12-38 4.258×10^{-12} 焦耳 = 2.65×10^7 电子伏特。

12-39 (1) $E_k = 4.8 \times 10^{-16}$ 焦耳。(2) $v = 3 \times 10^7$ 米/秒。

(3) 误差 $\frac{E_{\text{星}} - E_{\text{牛}}}{E_{\text{星}}} \approx 15\%$, 所以不是好的近似。

12-40 (1) $F_0 = 1 \times 10^{-9}$ 牛。(2) $t = 2$ 纳秒。

12-41 $v_{\text{max}} = \frac{4}{5}c$ 。

12-42 (1) 光子动量 $p = \frac{3}{4}m_0c$; 光子能量 $E = \frac{3}{4}m_0c^2$ 。

$$(2) \begin{cases} h\nu + m_0c^2 = h\nu' + mc^2, \text{能量守恒;} \\ \frac{h\nu}{c} = \frac{h\nu'}{c} + m\boldsymbol{v}, \text{动量守恒。} \end{cases}$$

参 考 书

1. 上海交通大学等十校物理教研组合编，《普通物理习题集》，1963。
2. 萨本栋，《普通物理学》，1951。
3. С. Э. 福里斯, A. B. 季莫列娃,《普通物理学》(梁宝洪译), 第一卷, 1954。
4. F. W. Sears,《物理学》(王子昌译), 第一册, 1951。
5. 严济慈,《普通物理学》(上), 1949。
6. Д. И. 沙哈洛夫, И. С. 科斯明科夫,《物理学习题汇编》(浙江大学物理教研组译), 1957。
7. С. П. 斯特列可夫, И. А. 爱立琴, И. А. 雅可列可夫,《普通物理习题汇集》(冯缙刚等译), 第一卷, 1956。
8. Н. А. 勃拉日尼钦科等,《理论力学习题集》(肖尚彬等译), 1965。
9. Н. Н. 蒲赫哥尔茨等,《理论力学习题集》(北京航空学院理论力学教研室译), 1953。
10. R. P. Feynman, *The Feynman Lectures on Physics*, 1964。
11. J. H. Jeans, *An Elementary Treatise on Theoretical Mechanics*, 1906。
12. Б. А. 伏龙佐夫——维廉米诺夫,《天文学习题和练习汇编》(胡挹刚等译), 1956。