

江苏省五年制中学試用課本

物理學

WULIXUE

第三册

江苏人民出版社

目 录

(88)	聯立直角 坐標系	二
(89)	變換 法	三
(90)	曲面座標	四
(91)	轉置轉換	五
(92) 第五編 力 學(二)	第六章	六
(93)	電荷與材料	七

第一章 曲線運動

	總 約	第四章
一 參考系與坐標系		(1)
(92) 質點 位移矢量		(2)
(93) 速度 加速度		(4)
(94) 匀速圓周運動		(5)
(95) 切向加速度和法向加速度		(7)
(96) 曲線運動中的作用力		(9)
(97) 离心機械		(11)
(98) 行星的運動		(14)
九 万有引力		(15)
十 宇宙速度		(17)
(99) 潮汐		(21)

第二章 刚体力學

(100)	角量	三
(101) 轉動動能 轉動慣量		(28)
(102) 轉動公式		(32)
(103) 动量矩 动量矩守恒定律		(35)
(104) 質心 質心運動定律		(38)
(105) 六軸上的反作用力		(41)
(106) 滾動 滾動磨擦		(44)
(107)		(47)

第三章 弹性力学

一	弹性 塑性	(52)
二	单向伸长 胡克定律	(53)
三	切变	(56)
四	梁的弯曲	(58)
五	杆的扭轉	(60)
六	弹性形变的势能	(62)
七	材料的机械性质	(64)

第四章 振 动

一	简谐振动	(69)
二	弹簧振子 单摆	(73)
三	简谐振动的能量	(79)
四	复摆	(82)
五	阻尼振动	(84)
六	强迫振动 共振	(85)
七	振动的合成	(88)

第五章 波 动

一	弹性波的产生和传播	(92)
二	波的传播速度 波长 波的周期和频率	(95)
三	波动方程	(96)
四	波的能量 能流	(99)
五	波的干涉	(102)
六	驻波	(105)
七	声波 声强 声波的反射 折射	(107)
八	建筑声学	(109)
九	超声波的产生	(110)
十	超声波性质及应用	(113)

第六章	粘滞流体的流动	(118)
一	流体的粘滞性	(118)
二	片流 流体在細管中的流动	(122)
三	紊流 雷諾爾数	(124)
四	灌溉渠道中水的流动	(127)
五	渦旋	(130)
六	运动物体在流体中受到的阻力	(133)
七	环流	(136)
八	馬格諾斯效应	(137)
九	飞机机翼的升力和阻力	(139)
十	超声速流动 激波	(142)
力学实验		(146)

第六編 电动力学

第一章	靜電場	(163)
一	電場强度的叠加	(163)
二	電通量定理	(167)
三	電通量定理的应用	(170)
四	靜電場的性質——勢場	(174)
五	場強与電勢差之間的关系	(179)
六	靜電場中的導體	(180)
七	電容器的電容	(181)
八	電容器的串联和并联	(186)
九	導體表面的場強 靜電屏蔽	(191)
十	電介質对電場的影响 电位移矢量	(194)
十一	電荷的相互作用 靜電場的能量	(197)
第二章	恆定电流的磁场	(203)
一	恒定电流	(203)

二	平行直电流間的相互作用力 电磁单位制	(207)
三	磁场 磁感应强度	(208)
(81)	四 磁介质对磁感应强度的影响 磁场强度	(211)
(82)	五 安培环路定律	(212)
(83)	六 安培环路定律的应用 螺线管的磁场	(214)
(84)	七 电磁铁	(217)
(85)	八 运动电荷在磁场中所受到的力	(219)
(86)	九 电子在磁场中的运动轨迹 β 谱仪	(221)
(87)	十 电子显微镜	(223)
(88)	十一 荷质比的测定 质谱仪	(227)

第三章 电磁感应 似稳电磁场

一	法拉第电磁感应定律	(232)
二	自感	(236)
三	互感	(241)
四	磁场的能量	(245)
五	L-C 振荡	(247)
六	交流电 串联谐振	(250)
七	趋肤效应	(254)

第四章 电磁场与电磁波

一	法拉第电磁感应定律的推广 磁场的变化率与电 场的关系	(258)
二	位移电流 电场的变化率与磁场的关系	(261)
三	平面电磁波	(265)
四	振子的辐射	(269)
五	电磁波谱	(274)

电动力学实验

(805)	(278)
-------	-------	-------

第五編 力學 (二)

第一章 曲線運動

一 參考系與坐標系

宇宙間的任何物体都在永恆不停的運動中，地面上那些看來靜止不動的物体，始終跟着地球一起公轉和自轉；太陽，從整個銀河系來看也以每秒 200 公里的速度運動着，即使銀河系，對於其它星系來說，也在運動。宇宙間絕對靜止的物体是不存在的。所以要描述物体的運動，就必須選定另一個運動物体作為參考，然後研究物体相對於參考物体是如何運動的。各種物体都可以被選作為參考。例如研究車刀的運動，可以選定車床台基作為參考；研究人造行星的運動，可以選定運動着的太陽作為參考等等。這種描述物体運動時被選作參考的另一物体稱為參考系。

參考系的選擇沒有一定的標準，要看問題的性質和研究問題的方便。研究地面上物体的運動，選擇地球作為參考系最為方便。火箭發射時，主要研究它相對於地面如何運動，就用地球作為參考系；當宇宙火箭進入繞太陽運行的軌道時，就要

用太阳作为参考系了。

选定适宜的参考系后，还要用数量來說明物体相对于参考系的位置。我們可以在参考系上选择一个固定的坐标系，并在参考系上选定起点作为坐标原点。例如，描述吊車上被吊物体的运动时（图 5-1-1），我們在作为参考系的空間支梁上选择一点为坐标原点，作三条互相垂直的坐标軸（X 軸、Y 軸、Z 軸），构成了直角坐标系。这样，我們就能用 X、Y、Z 这三个坐标軸上的数量來說明被吊物体相对于支梁的位置。根据需要，我們也可以用其它坐标系，例如极坐标系，球坐标系等来研究物体的运动。

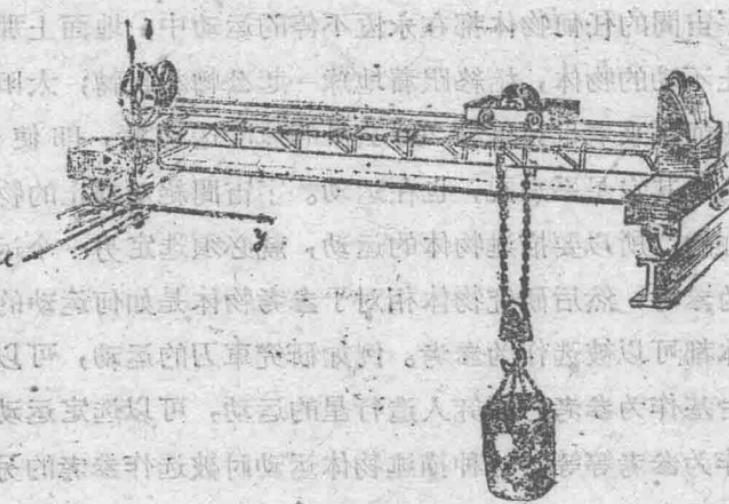


图 5-1-1 吊車的运动

二 質點 位移矢量

任何物体都有一定的質量和体积，为了便於研究問題，根据我們所研究的問題的性質，在很多情况下，可以忽略物体的

体积大小，把物体当做只有一定质量的几何点，我們称这个点为质点。例如，火箭飞行时，它的体积比它所涉及的空间体积小得多，完全可以忽略不計，可以把它当作质点。

当质点运动时，它的位置不断变更。我們用位移这个物理量来表示质点位置的变更。位置的变更包括两个方面：变更了多少距离和在哪一个方向上变更。它是有大小又有方向的物理量。我們用一个有向线段(矢)表示它：設质点在曲线上运动

时，在某一时刻 t 的位置是P点(图



5—1—2

达另一位置Q点，从P点到Q点的这段時間內的位移。

图 5—1—2
质点的位移矢量

位移既是一条直线，所以在曲线运动中，位移不能和质点的轨道相符合。只有当所选取的时间 Δt 为无限小时，位移 ΔS 也是无限小值，这时位移和轨道才可以看作符合。

在直线运动中，位移和轨道是一致的，都是直线。

我們已經知道了，力不仅有大小，而且有方向。这种既有大小又有方向的物理量我們把它叫做向量或矢量。除了力以外，现在又多了一个位移矢量，以后我們还会遇到許多矢量。正如力可以合成与分解一样，位移和其他所有的矢量也都可以合成和分解。

例如，物体在 Δt 的时间内，产生了 $\overrightarrow{\Delta S}$ 的位移。我們也可把它看作在 Δt 的时间内同时产生了 $\overrightarrow{\Delta S_x}$ 和 $\overrightarrow{\Delta S_y}$ 两个位移；說得更清楚一些，在X方向上，位置改变了 ΔS_x ，在Y方向上，位

位置改变了 $\triangle S_y$ (图5-1-3)。 $\overrightarrow{\triangle S}$ 叫做合位移， $\triangle S_x$ 、 $\triangle S_y$ 叫做分位移。

同样，我們还知道，一个矢量不仅
可以把它分解为互相垂直的二个分量，
还可以根据实际需要按任意的平行四边形
形来分解。

图 5-1-3 合位移与分位移

三、速度 加速度

过去我們学过了直綫运动中的速度和加速度，现在來研究曲綫运动中的速度加速度。

在曲綫运动中，为要决定速度矢量，我們仍然觀察一极短的时间 $\triangle t$ ；在这时间里，质点将通过曲綫轨道的一小弧段 $\overset{\frown}{\triangle S}$ （图5-1-4），如将 $\triangle t$ 无限地減小，则弧 $\overset{\frown}{\triangle S}$ 也无限地減小。我們在上一节研究过，在这种情况下，位移和軌道相符合，即弧 $\overset{\frown}{\triangle S}$ 与弦 $\triangle S$ 相結合，在无限小的范围内，曲綫与直綫(切綫)一致，所以在已知点P，曲綫运动的瞬时速度的数值就可以規定为 $v = \lim_{\triangle t \rightarrow 0} \left(\frac{\triangle S}{\triangle t} \right) = \frac{ds}{dt}$ 。而把切綫方向作为P点

速度方向。这个式子表示，质点在

时刻t或位置P的速度，在大小和

方向上等于包括該时刻在内的

无限小時間內，每单位時間的位移。

图 5-1-4 曲綫运动的速度

用矢量来表示时，就可以把它写作

$$\vec{v} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\vec{\Delta s}}{\Delta t} = \frac{d\vec{s}}{dt}$$

因为在曲线上，各点的切线有不同的方向，所以速度的方向总是不断变化的。而在一般曲线运动中，速度的大小和方向都要改变，即速度矢量是变化的。

设质点在P点的速度是 \vec{v} ，在Q点的速度是 \vec{v}' ，两个速度的矢量差 $\vec{\Delta v} = \vec{v}' - \vec{v}$ 。那么加速度的定义是：

$$\vec{a} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\vec{\Delta v}}{\Delta t} = \frac{d\vec{v}}{dt}$$

也就是说，质点在时刻t或位置P的加速度，在大小和方向上等于包括该时刻的一段无限小时间內，每单位时间的速度增量，所以加速度也是矢量。

四 匀速圆周运动

直线上运动中，速度的方向是不变的，只是大小改变；在曲线运动里，速度的方向随时刻改变了，至于速度的大小，可以是不变的，也可以是改变的，最简单的曲线运动就是匀速圆周运动。匀速转动着的轮子，它的各部分都做匀速圆周运动。

如果用 v 表示某一时刻（或在P点）的速度（图5-1-5），用 v' 表示经过 Δt 时间后（或在Q点）的速度；按照加速度的定义，匀速圆周运动的加速度：

$$\vec{a} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\vec{v} - \vec{v}'}{\Delta t}$$

按图 5—1—5 我们很容易求出加速度的大小。图中的半径 $OP = OQ = R$, $\triangle OPQ$ 即为等腰三角形。因为速度的大小相等, 即 $v = v'$ 所以图中 \vec{v} , \vec{v}' 和 $\Delta \vec{v}$ 组成的三角形也是等

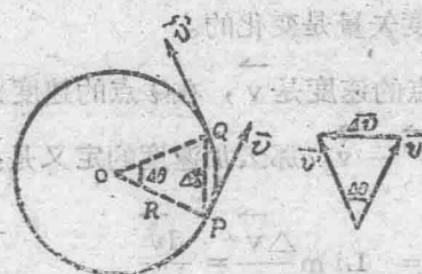


图 5—1—5 圆周运动的加速度

腰三角形。又因为 $OP \perp v$, $OQ \perp v'$, 所以 v' 和 v 组成的夹角和 OP 、 OQ 组成的夹角相等, 用 $\Delta\theta$ 来表示。

因而上述两个等腰三角形相似。由此得:

$$\frac{\Delta v}{v} = \frac{\Delta s}{R} \quad \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v \Delta s}{R \Delta t}$$

当 Δt 趋近于 0 时, Q 点趋近于 P 点, 弦长 Δs 趋近于弧长 ΔS 所以:

$$a = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{v \Delta s}{R \Delta t} = \frac{v^2}{R}$$

由于速度的大小 v 是不变的, 所以加速度的大小也是不变的。从图中还可以知道加速度的方向。当 Q 点趋近于 P 点时, \vec{v}' 的方向趋近于 \vec{v} 的方向, 所以任一点 P 的加速度的方向总是

垂直于該点的速度方向。这个方向沿半径指向圓心的加速度，称为向心加速度。

五 切向加速度和法向加速度

在平面曲綫运动中，可以按矢量的分解方法把加速度 \vec{a} 分成两个分加速度：沿法綫方向加速度（用 a_n 表示），和沿切綫方向的切向速度（用 a_t 表示）。法向加速度与切向加速度互相垂直（图 5—1—6）。

法向加速度与匀速圆周运动中的向心加速度类似，只改变速度的方向；切向加速度和直线运动中的加速度类似，只改变速度的大小。质点作曲綫运动时，在一般情况下，同时有法向加速度和切向加速度，即速度的大小和方向都同时改变。

现在分别研究切向加速度和法向加速度的大小和方向：

把质点运动的曲綫轨道分成许多足够小的曲綫弧段，就可以用许多圆弧来代替它们。和曲綫上某一小弧相应的圆，叫做它的曲率圆。如图 5—1—7a 中的圆 $C_1C_2C_3$ 就是曲綫上



$A_1A_2A_3$ 点的曲率圆。既然把平面曲綫轨道独立的分段当作圆弧的分段来考虑，就能用圆周运动的方法来讨论一般的

曲綫上各点的曲率半径。上某一点的曲率圆的半径。所以我们能

用类似于上一节証明向心加速度的大小的方法同样地証明：

$$a_n = \frac{v^2}{\rho}$$

其中 ρ 和 v 是在曲线上某一点的曲率圆的半径和速度。和圆半径不同的是： ρ 在曲线上是逐点改变的。

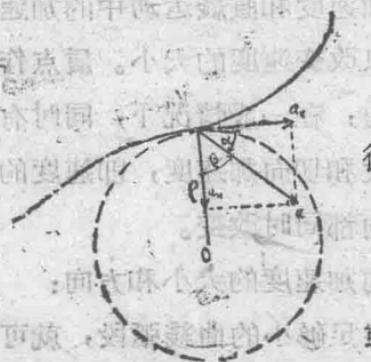
如果用 Δv 表示速度大小的变化，则切向加速度的大小

$$a_t = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \left(\frac{\Delta v}{\Delta t} \right) = \frac{dv}{dt}$$

它的方向和质点在某点所具有的速度方向一致。合加速度在数值上等于

$$\sqrt{a_t^2 + a_n^2}$$

合加速度的方向系由 a 与曲率半径所夹的角度 β 决定(图 5—1—7 b)：



$$\tan \beta = \frac{a_t}{a_n}$$

或由 a 与切线所夹的角度 α 决定：

图 5—1—7(b) 加速度的合成

如果法向加速度 $a_n = 0$ ，即曲率半径 ρ 无限大，合加速度 $a = a_t$ ，则质点做直线运动；如果切向加速度 $a_t = 0$ ，速度的大小不随时间而变，则 $a = a_n$ ，即是匀速圆周运动。

• 8 •

第六章 曲线运动中的作用力

加速度定律是机械运动的普遍规律。对于任何运动，无论

是直线运动或是曲线运动关系式 $f = ma$ 都是正确的。一个质

点在力的作用下，必定产生一个大小为 $a = \frac{f}{m}$ 的加速度，而

且力的方向和加速度的方向永远相同。

因为一般曲线运动的加速度 a 可以分解成切向加速度 a_t 和法向加速度 a_n ，那么一个物体作曲线运动时作用在这个物体上的力 f ，相应的也可分成切向力 f_t 和法向力 f_n ，且分别在曲线某一点的切线方向和法线方向。根据运动定律可以得到：

$$f_t = m a_t \quad \text{和} \quad f_n = m a_n$$

因为 $a_t = \frac{dv}{dt}$ 和 $a_n = \frac{v^2}{r}$

故 $f_t = m \frac{dv}{dt}$ 和 $f_n = m \frac{v^2}{r}$

在匀速曲线运动中，速度的大小不变，故切向力为 0，只有法向力，这力沿轨道的法线方向作用，迫使物体不断改变运动方向，但不改变物体速度的大小。如果曲线的轨道是圆，即在匀速圆周运动中，法向力（又称向心力）：

$$f = m \frac{v^2}{R} \quad \text{式中 } R \text{ 是圆的半径}$$

用角速度来表示时 $f = m \omega^2 R$

从上二式得出：如果质点运动的线速度不变，向心力和半

径成反比；如果质点运动的角速度不变，向心力和半径成正比。

根据作用力反作用力定律，作匀速圆周运动的物体必然对外有一个与向心力方向相反，量值相等的反作用力，这个力称为离心力。向心力与离心力分别作用在两个不同的物体上。

【例】在铁路弯曲处求路面的倾斜。

【解】假设弯曲轨道的曲率半径为 ρ ，火车速度为 v ，质量为 m ，作用在火车上的力仅有两个，重力及轨道面对火车的压力。如果火车在直线上运动，这两个力相互平衡。当火车绕弯曲轨道前进时，路基必须和水平面成一个倾斜角 α ，这样就会得到一个合力（图5-1-8），以产生法向加速度，这个合力也就是向心力。

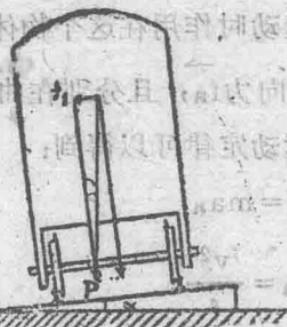


图5-1-8 铁路转弯处外轨的垫高

现在来求铁路路基对水平面的倾斜角 α 。

因为 $f_1 = \frac{mv^2}{\rho}$ 而 $f_1 = Ptan\alpha$

$$\text{即 } \frac{mv^2}{\rho} = mgtan\alpha$$

$$\text{所以 } tan\alpha = \frac{v^2}{\rho g}$$

速度越大，曲率半径越小，斜倾角 α 越大。

面因 (01—1—2图) 以云風圖引 A 軸轉動
七 異心機械

应用物体在作圓周运动的向心力和离心力，可以做成各种各样的机械装置。这种装置总称为离心机械。下面将分别来研究几种简单的离心机械的原理。

(一) 离心节速器：这种机械是用来保持蒸汽发动机轉速一定的装置。它的构造如图 5—1—9 所示。

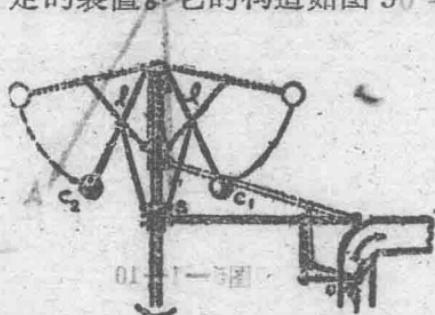


图5—1—9 节速器

在和机器一同轉動的垂直軸 AB 的上端，用鉸鏈連結兩根長為 l 的棒，在這兩棒的下端各有一個重球 C₁ 和 C₂。當 AB 軸旋轉時，兩球向外偏離，這時通過杆 1 和另外兩根細棒

來帶動聯軸器 S 上升，再通過橫杆與蒸汽機中蒸汽進口的閥門 C 連結。當蒸汽機的轉速超過正常轉速時，兩球偏離越遠，因而聯軸器 S 上升越高，閥門 C 便開小一些，使進入氣缸的蒸汽減少，這時轉速減慢。反過來，當蒸汽機的轉速比正常轉速小時，小球偏離變小，聯軸器也就下降，閥門 C 便開大一些，因而進入氣缸的蒸汽量增加，故使轉速增快。

設節速器的迴轉角速度為 ω ，我們來決定棒 AC₁ 与 AC₂ 之間的分離角。當棒 AC₁ 在傾斜位置時，球 C₁ 的重力 ($P = mg$) 垂直向下，把 P 會解成兩個分力， N 沿棒的方向， f_1 沿水平方向；分力 N 与棒的反作用平衡，分力 f_1 表現為向心力，使

球繞軸AB作圓周運動(圖5—1—10)，因而

$$f_1 = m\omega^2 R \quad \text{又有} \quad f_1 = P \tan \alpha = mg \tan \alpha \quad \text{其中 } 2$$

是 mg 與 N 的夾角。

而 $R = l \sin \alpha$

$$\text{由此可得} \quad \tan \alpha = \frac{f_1}{mg} = \frac{\omega^2 R}{g} = \frac{l \omega^2 \sin^2 \alpha}{g}$$

或 $\sin \alpha \left(\frac{1}{\cos \alpha} - \frac{l \omega^2}{g} \right) = 0$

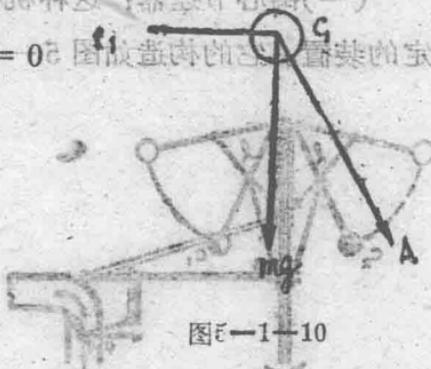


圖5—1—10

由此式可得二解：

第一解為：

$\sin \alpha = 0$ ，或 $\alpha = 0^\circ$ 。因離心節速器的構造不允許 $\alpha = 0^\circ$ ，所以第一個解決定所求的 α 值。

第二解為：

$\sin \alpha = \frac{1}{\cos \alpha} - \frac{l \omega^2}{g} = 0$

即 $\cos \alpha = \frac{1}{1 + l \omega^2/g}$

由上式再

$\sin \alpha = 0$ ，或 $\alpha = 0^\circ$ 。因離心節速器的構造不允許 $\alpha = 0^\circ$ ，所以第一個解決定所求的 α 值。

因此當角速度 ω 增大時，角 α 也增大。

離心節速器也應用在蒸氣輪機、水力發動機上。

（二）離心水泵：離心水泵的

構造如圖5—1—11所示。在壳

套內有一個固定在轉動軸上帶葉

片的輪為C，當C作高速旋轉

時，內部的水也跟着葉片一起轉

動，並被拋向外緣，水就從外緣

射出。

圖5—1—11(a) 1 水泵

2 軸承

3 轉動軸

4 葉片

5 泵殼

6 蒸氣室

7 蒸氣管

8 蒸氣閥

9 蒸氣室

10 蒸氣管

11 蒸氣閥

12 蒸氣室

13 蒸氣管

14 蒸氣閥

15 蒸氣室

16 蒸氣管

17 蒸氣閥

18 蒸氣室

19 蒸氣管

20 蒸氣閥

21 蒸氣室

22 蒸氣管

23 蒸氣閥

24 蒸氣室

25 蒸氣管

26 蒸氣閥

27 蒸氣室

28 蒸氣管

29 蒸氣閥

30 蒸氣室

31 蒸氣管

32 蒸氣閥

33 蒸氣室

34 蒸氣管

35 蒸氣閥

36 蒸氣室

37 蒸氣管

38 蒸氣閥

39 蒸氣室

40 蒸氣管

41 蒸氣閥

42 蒸氣室

43 蒸氣管

44 蒸氣閥

45 蒸氣室

46 蒸氣管

47 蒸氣閥

48 蒸氣室

49 蒸氣管

50 蒸氣閥

51 蒸氣室

52 蒸氣管

53 蒸氣閥

54 蒸氣室

55 蒸氣管

56 蒸氣閥

57 蒸氣室

58 蒸氣管

59 蒸氣閥

60 蒸氣室

61 蒸氣管

62 蒸氣閥

63 蒸氣室

64 蒸氣管

65 蒸氣閥

66 蒸氣室

67 蒸氣管

68 蒸氣閥

69 蒸氣室

70 蒸氣管

71 蒸氣閥

72 蒸氣室

73 蒸氣管

74 蒸氣閥

75 蒸氣室

76 蒸氣管

77 蒸氣閥

78 蒸氣室

79 蒸氣管

80 蒸氣閥

81 蒸氣室

82 蒸氣管

83 蒸氣閥

84 蒸氣室

85 蒸氣管

86 蒸氣閥

87 蒸氣室

88 蒸氣管

89 蒸氣閥

90 蒸氣室

91 蒸氣管

92 蒸氣閥

93 蒸氣室

94 蒸氣管

95 蒸氣閥

96 蒸氣室

97 蒸氣管

98 蒸氣閥

99 蒸氣室

100 蒸氣管

101 蒸氣閥

102 蒸氣室

103 蒸氣管

104 蒸氣閥

105 蒸氣室

106 蒸氣管

107 蒸氣閥

108 蒸氣室

109 蒸氣管

110 蒸氣閥

111 蒸氣室

112 蒸氣管

113 蒸氣閥

114 蒸氣室

115 蒸氣管

116 蒸氣閥

117 蒸氣室

118 蒸氣管

119 蒸氣閥

120 蒸氣室

121 蒸氣管

122 蒸氣閥

123 蒸氣室

124 蒸氣管

125 蒸氣閥

126 蒸氣室

127 蒸氣管

128 蒸氣閥

129 蒸氣室

130 蒸氣管

131 蒸氣閥

132 蒸氣室

133 蒸氣管

134 蒸氣閥

135 蒸氣室

136 蒸氣管

137 蒸氣閥

138 蒸氣室

139 蒸氣管

140 蒸氣閥

141 蒸氣室

142 蒸氣管

143 蒸氣閥

144 蒸氣室

145 蒸氣管

146 蒸氣閥

147 蒸氣室

148 蒸氣管

149 蒸氣閥

150 蒸氣室

151 蒸氣管

152 蒸氣閥

153 蒸氣室

154 蒸氣管

155 蒸氣閥

156 蒸氣室

157 蒸氣管

158 蒸氣閥

159 蒸氣室

160 蒸氣管

161 蒸氣閥

162 蒸氣室

163 蒸氣管

164 蒸氣閥

165 蒸氣室

166 蒸氣管

167 蒸氣閥

168 蒸氣室

169 蒸氣管

170 蒸氣閥

171 蒸氣室

172 蒸氣管

173 蒸氣閥

174 蒸氣室

175 蒸氣管

176 蒸氣閥

177 蒸氣室

178 蒸氣管

179 蒸氣閥

180 蒸氣室

181 蒸氣管

182 蒸氣閥

183 蒸氣室

184 蒸氣管

185 蒸氣閥

186 蒸氣室

187 蒸氣管

188 蒸氣閥

189 蒸氣室

190 蒸氣管

191 蒸氣閥

192 蒸氣室

193 蒸氣管

194 蒸氣閥

195 蒸氣室

196 蒸氣管

197 蒸氣閥

198 蒸氣室

199 蒸氣管

200 蒸氣閥

201 蒸氣室

202 蒸氣管

203 蒸氣閥

204 蒸氣室

205 蒸氣管

206 蒸氣閥

207 蒸氣室

208 蒸氣管

209 蒸氣閥

210 蒸氣室

211 蒸氣管

212 蒸氣閥

213 蒸氣室

214 蒸氣管

215 蒸氣閥

216 蒸氣室

217 蒸氣管

218 蒸氣閥

219 蒸氣室

220 蒸氣管

221 蒸氣閥

222 蒸氣室

223 蒸氣管

224 蒸氣閥

225 蒸氣室

226 蒸氣管

227 蒸氣閥

228 蒸氣室

229 蒸氣管

230 蒸氣閥

231 蒸氣室

232 蒸氣管

233 蒸氣閥

234 蒸氣室

235 蒸氣管

236 蒸氣閥

237 蒸氣室

238 蒸氣管

239 蒸氣閥

240 蒸氣室

241 蒸氣管

242 蒸氣閥

243 蒸氣室

244 蒸氣管

245 蒸氣閥

246 蒸氣室

247 蒸氣管

248 蒸氣閥

249 蒸氣室

250 蒸氣管

251 蒸氣閥

252 蒸氣室

253 蒸氣管

254 蒸氣閥

255 蒸氣室

256 蒸氣管

257 蒸氣閥

258 蒸氣室

259 蒸氣管

260 蒸氣閥

261 蒸氣室