

医疗专修科讲义

物理学

山东医学院物理教研组 编

人民卫生出版社

9A-8-2

医疗专修科讲义

物理学

山东医学院物理教研组 编

人民卫生出版社

一九六二年·北京

物 理 学

开本: 787×1092/32 印張: $6\frac{14}{16}$ 插頁: 1 字数: 167千字

山东医学院物理教研组 編

人 民 卫 生 出 版 社 出 版

(北京書刊出版業營業許可證出字第〇四六號)

•北京崇文區錢子胡同三十六號•

通 县 印 刷 厂 印 刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店經售

統一書号: 14048·2422

定 价: 0.65 元

1958年9月第1版—第1次印刷

1962年5月第1版—第8次印刷

印数: 63,001—68,000

序 言

几年来医疗系专修科的物理教学一直没有很合适的教材，在教学中因无教本，頗感困难。目前全国各方面都在大跃进，党提出了要树立敢想敢说敢創造的共产主义风格，我們受到了鼓舞，本拟将几年来在专修科教学中取得的些微經驗，并結合专修科学生們的意見与要求編写一本参考书供教学参考。恰逢人民卫生出版社之邀，委托編写教材，在短促的时间內，編写了这本教材，不当之处，在所难免。所以，我們誠恳地希望应用的老师和同学們随时給我們提出意見，以便今后加以更正或改进。

本书內容是打破了以往的系統性，完整性，尽量地以用什么学什么，学什么就講什么的精神編写的，一方面考虑到学习者的文化水平，一方面也注意到与医药方面的联系，还注意到一些必要的基本知識。教材足够70学时的講授，若授課时间为48学时或60学时，則可适当地刪減。

編写这教材曾参考并采用了下列各书的某些內容：

1. 物理学：C. A. 阿尔崔貝舍夫著，林克椿等譯。
2. 物理学：鄭华俊主編。
3. 药用物理学。
4. 医学院用物理学讲义：上海第一医学院物理組編。

編 者

目 录

序 言	
緒 論	1
第一章 离心力与离心机	4
§1 等速率圆周运动	4
§2 向心力与离心力	6
§3 几种离心机及其应用	7
第二章 功与能	9
§1 功的意义	9
§2 功率	11
§3 能的意义	12
§4 能的守恒与轉換定律	13
第三章 压强	15
§1 压力与压强	15
§2 压强計	16
§3 血压計	18
§4 气压計	19
第四章 液体的粘度	20
§1 液体的粘滯性	20
§2 液体粘度的測定	22
§3 顆粒在液体中的下降	24
第五章 液体表面現象	26
§1 表面張力	26
§2 球形液面內外的压强差	27
§3 毛細現象	29
§4 气体栓塞	30
第六章 热与溫度	32
§1 热的来源	32
§2 热的交換	32
§3 溫度的意义	33
§4 热量	35
§5 热在医学上的应用	36
第七章 物体受热的变形	37
§1 綫膨脹	37
§2 綫膨脹的应用	39
§3 面膨脹和体膨脹	40
§4 面膨脹与体膨脹的应用	41
第八章 湿度	41
§1 液体的蒸发	41
§2 飽和蒸汽	42
§3 絕對湿度与相对湿度	44
§4 湿度对人体健康的影响	45
§5 湿度的測定	45
第九章 靜电学基础	48
§1 电場·电場强度	48
§2 电力綫	50
§3 电势	53
§4 电势与电場强度的关系	54
§5 电容	56
§6 电容器	57
§7 电介質对于电場的影响	59
§8 靜电疗法	62
第十章 直流电	65
§1 电流	65
§2 部分电路的欧姆定律	66
§3 电动势 全电路欧姆定律	67
§4 惠斯登电桥	71
§5 电势計原理	73

S6 电流的功	74	S3 高频率电流的生理作用	128
S7 接触电势差 温差电动势	75	第十八章 声学	130
第十一章 几种电池	77	S1 声波及其传播	130
S1 干电池	77	S2 声音的强度 客观的响度	130
S2 铅蓄电池	78	S3 超声波及其生物学作用的 概念	133
S3 标准电池	79	第十九章 光学基本知识	134
S4 电源的应用	81	S1 光本性認識的发展史	134
第十二章 电流的磁場	83	S2 惠更斯原理	135
S1 电流的磁場	83	S3 光的反射定律	137
S2 介质对磁場的影响	85	S4 光的折射定律	138
S3 磁場与电流的相互作用	87	S5 全反射	141
S4 电磁测量仪器	89	S6 棱鏡	143
第十三章 电磁感应	92	S7 薄透鏡	143
S1 感应电动势	92	S8 薄透鏡公式	144
S2 楞次定律	95	第二十章 干涉与衍射	147
S3 互感与自感	96	S1 光的干涉	147
S4 感应圈 槽式感应圈	98	S2 光波经过單狭縫的衍射	149
第十四章 发电机与电动机	100	S3 衍射光柵	154
S1 发电机	100	S4 光波波长的測定	155
S2 电动机	102	S5 衍射光譜	155
第十五章 交流电	104	第二十一章 光譜	157
S1 交变电流的性质	104	S1 光的色散	157
S2 变压器	106	S2 光譜 分光仪器	157
第十六章 电子学	108	S3 光譜分析	158
S1 阴极射綫	108	S4 紅外綫与紫外綫	159
S2 热电子发射 阴极射綫 示波器	110	S5 紅外綫与紫外綫的来源	161
S3 二极管	114	S6 光的吸收 吸收光譜	162
S4 三极管	117	S7 荧光与磷光	164
S5 半导体	121	第二十二章 光的偏振	165
第十七章 高频电	125	S1 自然光与偏振光	165
S1 高频电	125	S2 双折射	166
S2 高频电的产生	126	S3 获得偏振光的方法	168

S4 旋光現象.....	169	S1 X射綫和它的性質.....	194
S5 旋光計与糖量計.....	171	S2 X射綫的发生裝置.....	195
第二十三章 光的量子性.....	174	S3 X射綫的强度与硬度.....	196
S1 光电效应.....	174	S4 标識X射綫与連續X射綫.....	198
S2 光电效应的应用.....	176	S5 X射綫的吸收.....	199
第二十四章 光学仪器.....	177	S6 X射綫在医学上的应用.....	201
S1 眼睛.....	177	S7 X射綫的剂量.....	202
S2 放大鏡 角放大率.....	180	第二十七章 原子核.....	203
S3 显微鏡.....	181	S1 天然放射性.....	203
S4 显微鏡的分辨本领.....	183	S2 放射綫的观察与測量方法.....	204
S5 超显微鏡.....	186	S3 放射性变化的位移定律 放射系.....	205
第二十五章 光譜 原子的 外层电子.....	187	S4 天然放射性元素的 医疗应用.....	207
S1 氢光譜系.....	188	S5 核的人工分裂 質子和 中子.....	208
S2 玻尔的氢原子模型.....	189	S6 人工放射性.....	209
S3 盧瑟福-玻尔的原子 模型.....	192	S7 放射性同位素在医学 上的应用.....	211
第二十六章 X射綫 原子的 内电子层.....	194	S8 原子核的結構.....	212

緒 論

§1 物理学的研究对象 物理学和其他自然科学一样，是研究我們周圍物質世界的客觀性質。通过研究，使我們認識自然界發展的內在規律，并进而使我們能够更好的利用自然的力量来为人类福利服务。

我們所說的物質，是指不依賴我們而存在，并且能被我們的感覺直接認識或者借助于特殊的儀器而認識的所有一切。列宁写过：“物質是作用于我們的感覺器官而引起感覺的東西，物質是在感覺中給予我們的客觀實在。”

物質是在永恒的、不停的运动当中。这里所指的運動是廣義的，“它包括在宇宙中所發生的一切變化與過程，從簡單的位置變動起直到思維止。”運動不會消滅，它只能從一種形式轉變為另一種形式。例如：當石塊落到地面時，最初的運動形式（石塊在空間中的位移）在石塊和地球碰撞之後轉變成為另外一些運動形式。那就是：石塊和石塊下地面的無規則運動（熱運動），石塊粒子與泥土粒子的振動以及在泥土與空氣中所發生的聲波的傳播等。

物理學所研究的對象是物質運動的最簡單的形式（力的、熱的、電磁的等）和它們相互之間的轉換。這種最簡單的運動形態存在於一切高級的和較複雜的運動形態之中，如化學的過程，生物的過程等等。雖然如此，但高級的和較複雜的物質運動的形態，不能還原為更簡單的形式，如生命過程不能歸結為原子與分子的機械運動。由此可知，物理學在各種自然科學中占有最基本的位置。物理學知識是研究一切科學和技術所不可缺少的基础。

§2 研究物理學的方法 我們進行任何科學研究的時候，最初的步驟總是收集和累積資料，而資料的來源是通過觀察與實驗。

所謂觀察就是對自然環境中的現象，照它在自然中所發生的那樣來研究它。例如：研究天體運動的時候就是採用這一種方法。所謂實驗就是將所研究的現象在簡化了的、並且尽可能地去掉一切附帶現象的情況下，人為地複製出來。例如我們可以在實驗室中，用人工控制的方法來研究氣體壓強、體積和溫度三個量的變化關係。顯然，在進行觀察或實驗的時候，必須付出十分複雜的智力勞動，並且遵從科學方法。

我們將觀察和實驗所得的結果進行分析和歸納，就得到物理學的定律，所以物理學定律不是別的，就是用文字或數學形式表達出來的物理現象之間的客觀的內在聯繫，物理量之間實際存在着的關係。

當物理學的某一範圍內，已經累積了許多足夠的材料，並且建立了若干定律的時候，人們就很自然地企圖從較少的幾條原理出發來提出物理學的理論。理論就是根據已有的資料和定律加以整理概括後所得出的更為廣泛和系統化的知識。科學的理論不僅能夠解釋已知事實，並且還能夠預測新的事實、新的現象和新的規律。

物理學定律和理論的產生，時常要經過假說這一個階段。假說是指假設在某些現象之間有一定的某種關係存在。在科學發展的過程中，時常出現一些為當時理論所不能解釋的新的事實。這時候就需按照已知的有限資料提出假說，來說明新的現象。任何假說是否正確，須要實驗和觀察加以證明。錯誤的假說將被推翻，不夠正確的加以修正，直到最後所建立起來的定律更為正確。恩格斯十分強調假說在科學發展中所起的重要作用。他認為不經過假說階段，正確的定律是不可能出現的。科學史上，許多事實都可以說明這個真理。例如在一定的實驗基礎上提出來的關於物質結構的分子、原子假說及其推導出來的結果，因為能夠解釋物質氣、液、固各態的許多現象，所以就發展成為一套完整的分子運動理論的一部

分。如果没有物质结构的分子、原子假说，分子运动理论也就不会出现。

观察、实验、假说和理论是研究物理学所常用的方法。

§3 物理学对于医学的意义 所有生物过程都不可避免地要和机体中所发生的物理的和化学的过程相联系。由此直接可见，这些科学在医学教育制度中有多么重大的意义。举几个与物理学有关的例子：为了要清楚地理解血液在血管系统中流动的情况，就必须知道流体动力学的基本定律。为了要了解眼的作用，就不仅要知道几何光学，还要知道物理光学。为了要解释声的感觉过程，就得研究声学基本定律。这样的例子可以举出很多来，没有物理学的知识，要自觉地领会许多医学课题，特别是生理学，是不可能的。

物理学的重要性并不限于学习过程，医生在实际工作中也广泛地应用物理方法来诊断及治疗病人。例如，大家都知道，X射线或心动电流描记术的诊断价值。用X射线可以研究人的内脏器官；心动电流描记术能给出心脏工作的客观标志。在治疗方面，物理疗法——X射线疗法、高频电疗法、透热疗法、达松伐耳疗法、紫外线的照射以及电解施用药物、放射治疗等——现已具有很重大的意义。显然，要医生在诊断和治疗上能应用物理方法，就需要在物理学上给他们相应的训练。

我们在这里只举出这一些。以后书中还会引用许多例子，谈到怎样把物理定律和方法应用到医学的具体问题上去。

§4 我国物理学上的成就 我们伟大的祖国有着悠久的历史，是世界上科学发展最早的国家。例如指南针、造纸、印刷和火药，全是在我们祖国首先发明的。在数学、天文、机械、建筑、水利、农业和医药等等方面，我们祖国有着非常丰富的文化遗产。

我国古代在物理学方面，也有着辉煌的成就。例如在墨经中，有了“力”的定义；有了分子、原子论的萌芽概念以及关于杠杆原理、影的定义和生成等等。其中很多都是世界上最早的。

最近二三百年来，由于长期封建和半封建半殖民地统治的结果，比起同时期的西方国家，我国生产方式的发展是十分缓慢的。自从中华人民共和国成立了以后，在党和政府的英明领导下，我国人民正在经历着巨大规模的经济建设。同时，中国的科学受到了党与政府的高度重视与关怀。在已往的几年中，尤其是在最近两年中，结合生产建设做出了许多成绩。在1956年党中央发出向科学进军的号召，提出十二年内最重要和最急需的部门赶上或接近世界先进科学技术水平的要求。这个伟大的号召，指出了我国科学技术发展的前景，对于科学技术工作起了极大的作用。我们相信，在中国共产党和人民政府的领导下，以及所有科学工作者的共同努力下，这个目的是一定能够达到的。

第一章 离心力与离心机

§1 等速率圆周运动 一质点沿着圆周运动，并且它的速率保持不变，即单位时间内经过路径的长度都相同，那么，这一质点的运动，就称作“等速率圆周运动”。

作等速率圆周运动的质点运动速率值可以用下列式子表示出来：

$$v = \frac{2\pi r}{T} \quad (1-1)$$

式中 v 代表质点运动的速率，单位是每秒厘米(cm/sec)； r 代表圆(运动的轨迹)的半径，单位是厘米(cm)； T 代表质点运动一周所用的时间，单位是秒(sec)。

作等速率圆周运动的质点速率虽是不改变，但它的速度却是

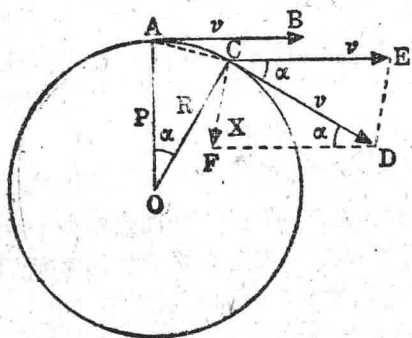


图 1-1

时时改变的。因为物体运动的速度不只是指它运动得快或慢，而还有一定的方向性。若运动的时候快慢不改变而方向改变，那么，它的速度就在改变。所以说：作等速率圆周运动的质点速度是时时改变的。既然它的速度有所改变，那么，我们看看它在单

用图 1-1 来帮助我們找一找这加速度与哪些因素有关系。

一质点作等速率圆周运动，它的速率为 v ，当它在 A 点时速度的方向是 AB，经过很短的时间 t 秒，到达 C 点，这时速度的方向为 CD。当然在 A、C 二点时的速率都是 v 。

为便于比较起见，将矢量 AB 移到 C 点，作成矢量 CE ，使 CE 平行并等于 AB 。根据平行四边形法则可知矢量 CD 是由矢量 CE 与另一矢量 X 合成的。这另一矢量 X 就是运动质点的速度变化。因此得出它的加速度值 a 为 X/t 。 X 值与哪些量有关呢？从图 1-1 中可以找出：三角形 AOC 与三角形 CED 是相似的（二等腰三角形的顶角相等），所以：

$$\frac{ED}{CE} = \frac{AC}{AO} \quad \text{或} \quad \frac{X}{v} = \frac{AC}{R}$$

因为所讨论的是很短的时间内，所以 A、C 二点间的距离是很小的，AC 边与 AC 弧的长度可以看作是相等的，AC 弧的大小等于 ωt ，因此得出：

$$\frac{X}{v} = \frac{vt}{R} \quad X = \frac{v^2 t}{R}$$

$$\text{于是得出这质点的加速度值 } a = \frac{v^2}{R}。 \quad (1-2)$$

从上式可看出：一质点作等速率圆周运动时，它的加速度值和它的速率平方成正比（当它的运动轨迹半径 R 一定时），和它的运动轨迹半径成反比（当它的速率 v 一定时）。

从图 1-1 可以看出：若取的时间间隔愈短，相比较的二位置（A、C）则愈靠近，圆心角 $\angle AOC$ 愈小，即 $\angle ECD$ 也就愈小。当这一角趋于 0 时， $\angle FCD$ 就趋近于 90° 。因此，这增加的速度方向是沿着半径指向圆心的，所以这加速度称为向心加速度。

向心加速度的量值有许多表示法，以下举出常用的两种：

一、若得知作等速率圆周运动质点每秒钟运转的周数及运动轨迹半径，可用下式表示：

$$\left[\because a = \frac{v^2}{R} = \frac{(2\pi Rn)^2}{R} \right] \\ a = 4\pi^2 R n^2 \quad (1-3)$$

式中 a 为向心加速度值， R 为轨迹半径， n 为每秒转的周数。

二、可用角速度 ω （即每秒钟转过的角度）与轨迹半径来表示为：

$$\left(\because v = \omega R \right) \\ a = \frac{(\omega R)^2}{R} = \omega^2 R \quad (1-4)$$

§2 向心力与离心力 在作等速率圆周运动时，既然有加速度的表现，那么一定有力的作用。这力的作用方向当然与加速度的方向是一致的。由是得知：物体作等速率圆周运动时，一定受到一力的作用，这力称为向心力。因为这力的方向是朝着圆心的。这向心力的量值是多少呢？可根据牛顿运动第二定律来确定，即用 $F=ma$ 的公式。因为这里的加速度 a 是向心加速度，已知向心加速度值为 v^2/R ，

$$\therefore F = m \frac{v^2}{R}$$

式中 F 为向心力, m 为运动质点的质量, R 为运动轨迹半径。也可将上式化为:

$$F = 4\pi^2 n^2 R m \quad (1-5)$$

从 (1-5) 式中可看出: (1) 要使不同质量的物体作等速率圆周运动, 它们的轨迹半径相同, 每秒钟转的周数也相同时, 所需要的向心力是不同的。在这种情况下, 所需的向心力的大小与运动质点的质量成正比。(2) 一质点作等速率圆周运动时, 所需的向心力也是不同的, 与运动轨迹半径成正比。(3) 一质点在一定轨迹上运动所需要的向心力也因它转得快慢不同而有所不同, 与每秒钟转的周数的平方成正比。

根据牛顿运动第三定律, 作等速率圆周运动的质点受到了绳子的作用力——向心力。当然同时也产生了与向心力大小相同、方向相反的反作用力作用于绳子上。这反作用力的方向是沿着圆半径而远离圆心的, 称为离心力。

一物体作等速率圆周运动, 当给予它的向心力不足以维持这一运动时, 物体将由于惯性的作用, 就会沿着圆周的切线方向作匀速直线运动(参看牛顿运动第一定律)。利用这一现象作成了离心机。在实验室中或临床化验中常用来迅速分离液体中的不同的固体颗粒, 也用来作干燥器。

§3 几种离心机及其应用 在医学方面常用的离心机有两种, 一是手摇式, 一是电动式。这两种也都统称为离心分离器。

一、手摇式离心分离器: 手摇式离心分离器的形状如图(1-2)所示, 有两个套筒 a 和 a_1 被装在轴上的两个活环托住。当用手摇转柄时, 盒 A 内的齿轮即使支持二活环的支柱旋转。

若要分离某一液体内的颗粒(如使患者的尿中固体颗粒迅速沉淀下来)时, 可将这液体装入适当的试管内(试管适当与否, 是指

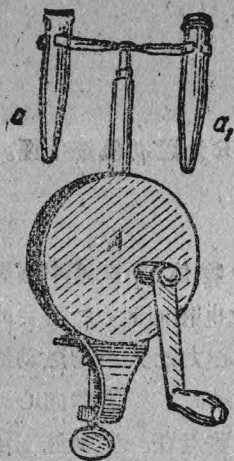


图 1-2 手搖式离心分离器

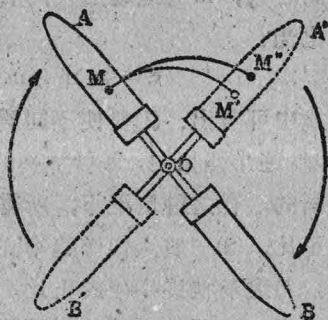


图 1-3

能否恰好放置于套筒中),用手搖轉柄,这时,二套筒的位置就逐渐由鉛直而变成傾斜狀繞軸旋轉。若搖動加快,則二套筒將呈水平狀,如图 1-3 所示。液体中質量較大的顆粒(如图 1-3 中的M)在作圓周运动时,需要較大的向心力来維持,但它(顆粒)受到的向心力是由它与液体間的摩擦力来維持。若轉动漸快时,它所需的向心力也就愈大,以致它們之間的摩擦力維持不住,于是就沿着MM"的方向运动,而不能保持MM'的方向了。若旋轉够快,M就会逐渐远离旋轉中心,到达管底,于是在管底得到了沉淀物。

手搖式离心分离器的轉速不太大,一般每秒鐘只能轉 20 周左右。所以,若要分离較小的顆粒,用这一种分离器就不一定能达到目的,还需要較快的离心机。电动式离心分离器就是轉速較大的离心机。

二、电动式离心分离器: 电动式离心分离器的外形如图 1-4 所示。这种分离器的动力是一电动机,一般每秒鐘可轉 40—80 周

(即每分鐘約轉 5000 周)。

利用特殊装备还可使每秒轉 200 周以上，就是所謂“高速离心机”。

一般的电动式离心分离器上有六个套孔，可以同时处理六只試管所装的液体。

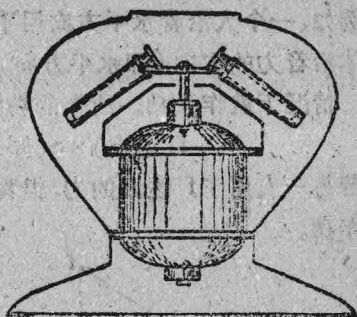


图 1-4 电动式离心分离器

大型的电动式离心机也用来甩干固体附着的水分，这一种被称作“离心干燥器”。目前已有些医院有这样的设备，用来使衣物快速干燥，不必去晒干。

应用离心分离器时应注意：

1. 检查所有轉动的附件，应当牢固，否則，不应运用。因为在旋轉过程中，旋轉体具有相当大的能量，設若一旦脱离，将会象枪彈一样地飞出而发生意外。

2. 用电动式离心分离器时，应注意正确地接联电源。若发现接通电源，并且开关已連成通路时，分离器并不轉动，这时应立即拔脫电源插头，或使呈断路，檢查故障后再考虑能用与否。千万不要任其不动，不去管它(原因參看发电机与电动机一章)。

第二章 功 与 能

§1 功的意义 什么是“功”？在日常生活中，“功”的概念包括的意义是很广泛的。在物理学中，功的意义頗狹隘。物理学中規定：功是由力的作用点的位移与在位移方向的作用力的乘积来量

度的。

例如，一个人沿着水平方向用了 f 达因的力作用在一物体上，这物体沿着力的方向（即水平方向）移动了 S 厘米。那么，这个人在这一下情况下就作了功。所作的功的数值 W 是：

$$W = f(\text{达因}) \times S(\text{厘米}) = fS(\text{尔格})$$

若另一人用了 f' 达因的力，但物体并不移动，那么就說这一人并未作功。

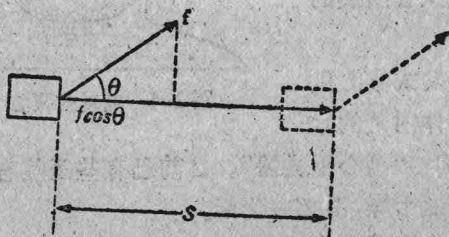


图 2-1

如果力 F 的方向与位移 S 的方向成角度 θ ，如图 (2-1) 所示，就要把力分解为二分力：一是沿着位移方向的力 f_1 ($f_1 = F \cos \theta$)；一是垂直于位移方向的力 f_2 ($f_2 = F \sin \theta$)。物体沿着垂直于位移方向并未发生位移。因此， f_2 这一力并未作功，作功的力是 f_1 ，所以，这力所作的功 W_1 是：

$$W_1 = f_1 S = (F \cos \theta) S$$

从式中可以看出功的数值与作用力和位移之间的关系是： θ 角是锐角时， $\cos \theta$ 小于 1 而大于零，是正值，于是功也是正值，我们說这力对物体作了正功。可以看出，是使物体运动。若 θ 角是钝角时， $\cos \theta$ 值小于零，是负值，所以功也就是负值。这力对物体就是作了负功。也就是阻碍着物体的运动。

例如，物体从空中落下时，重力就对物体作了正功。（注意：这时 θ 角等于零的。因为重力的方向与落体运动的方向是一致的，都是垂直于地面。）