

普通物理疑难分析

Putong Wuli Yinan Fenxi

单晶◎著

沈阳出版社

普通物理疑难分析

Putong Wuli Yinan Fenxi

单晶◎著

沈阳出版社

图书在版编目(CIP)数据

普通物理疑难分析/单晶著. —沈阳: 沈阳出版社,
2014.4

ISBN 978-7-5441-5785-8

I. ①普… II. ①单… III. ①普通物理学—高等
学校—教学参考资料 IV. ①O4

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第065311号

出 版 者: 沈阳出版社

(地址: 沈阳市沈河区南翰林路10号 邮编: 110011)

网 址: <http://www.sycbs.com>

印 刷 者: 沈阳市浩鸣包装印刷有限公司

发 行 者: 沈阳出版社

幅面尺寸: 185mm × 260mm

印 张: 16.25

字 数: 234千字

出版时间: 2014年4月第1版

印刷时间: 2014年4月第1次印刷

责任编辑: 马 驰 荣英涵

封面设计: 裴洁媛

版式设计: 姿 兰

责任校对: 荣英涵

责任监印: 杨 旭

书 号: ISBN 978-7-5441-5785-8

定 价: 37.00元

联系电话: 024-24112447

E-mail: sy24112447@163.com

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 请与本社联系调换。

前 言

《普通物理学》是理、工、农、林、医、师范等高等院校重要的基础课。《普通物理疑难分析》针对学生学习中出现的各种疑难问题，具体分析了容易讲错的和重要的物理概念的物理意义，探索了易混概念和易混规律之间的区别与联系，对疑难物理现象的实质进行了较深入的研究和剖析，总结出了重要的物理过程的特点和规律。这本书的出版倘能对《普通物理学》的教学有所补充，对完善学生的知识结构、培养学生科学的思想方法和学习方法有所裨益，那便是我编写这本书的初衷。

本书由编者的部分教学讲义整理而成，并由沈阳师范大学刘力教授主审，还得到了各位同行的帮助，他们都提出了许多宝贵的修改意见，谨在此诚致谢忱。书中的疏漏和谬误之处，诚恳地希望专家学者和读者们批评指正，以期在教学实践中日臻完善。

单晶

2014年1月15日于辽宁大学

目 录

第一篇 力 学

第1章 质点运动学

1.1 质点是只有质量而无形状大小的点吗?	(1)
1.2 关于匀速直线运动的质疑	(1)
1.3 平均速度的大小是平均速率吗?	(2)
1.4 定义瞬时速度的数学思想是积分还是微商?	(3)
1.5 宇航员在月球上为何跳着前进?	(4)
1.6 究竟哪个是合速度?	(5)
1.7 匀减速运动公式为什么适用上抛运动全过程?	(5)
1.8 向心加速度是描述速度方向变化快慢的物理量吗?	(6)
1.9 对万有引力和向心力的公式中“ r ”的理解	(7)
1.10 人造卫星的运行轨迹及运动的独立性原理	(8)
1.11 “地球同步轨道”是“地球静止轨道”吗?	(9)
1.12 平均速度、平均速率、瞬时速度和瞬时速率	(10)
1.13 关于双胞胎到底谁年轻的佯谬	(11)
1.14 在同一地点,一切物体的 g 值都相等吗?	(12)
1.15 为什么说苹果落向地球而不说地球落向苹果?	(12)

第2章 质点动力学

2.1 力一定能产生形变吗?	(13)
2.2 汽车发动机的牵引内力如何使汽车产生加速度?	(13)
2.3 自行车拐弯的向心力分析	(14)
2.4 求静摩擦力大小和方向的规律	(15)
2.5 质量、引力、重力、重量、视重、超重和失重	(16)

2.6 怎样认识物理学中的两个“ g ”	(17)
2.7 重心的特性及与质心的区别	(19)
2.8 弹力	(20)
2.9 惯性力的本质辨析	(22)
2.10 关于牛顿第一定律物理意义的进一步讨论	(22)
2.11 加速度与内力一定无关吗?	(23)
2.12 为什么马拉走了车, 没见车拉走了马?	(24)
2.13 拔河比赛受力分析的分歧	(25)
2.14 对开普勒第三定律中的“ k ”的理解	(26)
2.15 力的合成规律及向心力	(26)
2.16 汽车陷入泥坑时怎么办?	(27)
2.17 向心力有反作用力吗?	(27)
2.18 关于离心运动的定义和离心运动的方向	(28)
2.19 为什么涨落潮的主要作用是月亮而不是太阳?	(29)
2.20 气功的轻功真的能使体重减轻吗?	(30)

第3章 功与能

3.1 关于功的定义的分歧	(31)
3.2 功和动能、势能的相对性	(31)
3.3 正功、负功及零功的物理意义	(32)
3.4 摩擦力总是做负功而耗散能量吗?	(33)
3.5 功等于动能还是等于动能的增量?	(35)
3.6 关于动能和功率公式中的 v	(35)
3.7 关于重力、弹性和引力势能的正负	(36)
3.8 同一物体的重力和引力势能为什么差一负号?	(36)
3.9 宇宙速度是环绕速度还是发射速度?	(37)
3.10 能量是表示做功本领的物理量吗?	(39)
3.11 动能定理、功能原理和机械能守恒定律的联系	(40)

第4章 动 量

4.1 关于动量定理中的平均力求平均值问题	(42)
4.2 关于动量定理中冲量的大小和方向	(44)
4.3 动量定理的微分形式和积分形式有何区别?	(46)

4.4 同质量的弹性球和非弹性球所受冲量有何不同?	(47)
4.5 从气功表演看动量定理的物理意义	(48)
4.6 关于动量守恒定律适用条件的分析与讨论	(48)
4.7 完全弹性碰撞中动量和动能守恒吗?	(51)
4.8 弹性碰撞与运动轨迹	(52)
4.9 动量与动能的联系与区别	(53)
4.10 力学定律间的区别与联系	(55)
4.11 经典力学不适用于微观粒子吗?	(57)
4.12 动量定理适用于变质量问题吗?	(58)

第5章 刚体的转动

5.1 关于角动量守恒的探讨	(60)
5.2 平动量与角动量之间的对比与联系	(61)
5.3 质点系统绕定点和定轴转动的角动量的关系	(62)
5.4 汽车的开动与刹车	(63)
5.5 自行车运动时为什么不会倾倒?	(64)
5.6 急刹车时用前闸容易翻车用后闸比较安全	(64)
5.7 滚动与摩擦力	(65)
5.8 滚动摩擦力及其做功	(66)
5.9 在纯滚动中静摩擦力做功为什么是零?	(66)
5.10 绳索的张力能作用在滑轮上吗?	(67)
5.11 拔河比赛中,身子越向后倾越好吗?	(68)
5.12 刚体的角速度与角动量方向一致吗?	(70)
5.13 角速度、转心与角位移	(70)
5.14 动量和角动量的关系	(71)

第6章 振动与波

6.1 回复力是分力还是合力?	(73)
6.2 叠加场对单摆周期有什么影响?	(73)
6.3 正确理解静止和平衡的概念	(75)
6.4 参考圆的物理意义	(77)
6.5 相位和初相的引入意义	(77)
6.6 阻尼振动辨析	(79)

6.7	如何定义共振	(80)
6.8	振动能量与频率和振幅的关系	(81)
6.9	振动能量与波动能量的异同	(82)
6.10	驻波中为什么没有能流?	(83)
6.11	关于波长的定义和共鸣的概念	(84)
6.12	荡秋千是一种共振现象吗?	(85)
6.13	驻波为什么有“半波损失”?	(85)
6.14	振动图象与波动图象的区别与联系	(86)

第二篇 热 学

第7章 气体分子运动论

7.1	关于理想气体的宏观、微观及现实意义	(87)
7.2	热力学系统、平衡态与准静态过程的特征	(87)
7.3	宏观量、微观量与统计方法之间的联系	(88)
7.4	理想气体的状态方程和过程方程的区别与联系	(88)
7.5	飞机机舱密封及肚子里的爆破声	(89)
7.6	温度的实质及与平动动能、平均动能、内能关系	(91)
7.7	麦克斯韦分布律与玻尔兹曼分布律的区别	(91)
7.8	烟囱排烟通气的热学解释	(93)
7.9	扩散现象、内摩擦现象和热传导现象的本质	(94)
7.10	水在0-4℃之间为什么热缩冷胀?	(94)
7.11	气和汽的区别及临界点以上气体不能液化原因	(96)
7.12	物质的熔点、凝固点的变化有何规律?	(97)
7.13	是蒸发还是沸腾?	(98)
7.14	大气压强是空气受地球引力所致吗?	(100)
7.15	月球上为何没有空气?	(101)
7.16	“ $t+273K$ ”中单位是否统一?	(102)
7.17	关于饱和汽压随温度而变化的解释	(103)
7.18	关于范德瓦尔斯方程中修正量的分歧	(104)

第8章 热力学基础

8.1 热力学第一定律与能量守恒定律	(106)
8.2 热功当量的物理实质	(107)
8.3 关于卡诺机的效率问题	(108)
8.4 气体膨胀,一定对外做功吗?	(108)
8.5 理想气体等值过程中的能量转换	(109)
8.6 理想气体在各种等值过程中的特点和规律	(110)
8.7 绝热线与等温线的关系	(111)
8.8 气体比热的性质与物理意义	(112)
8.9 熵的微观、宏观意义和熵增加原理	(112)
8.10 热力学第一定律与第二定律的关系	(114)
8.11 绝对零度为何不可达到	(115)
8.12 热能、内能、热量、功、机械能的区别与联系	(116)

第三篇 电磁学

第9章 静电场

9.1 场与实物的区别与联系	(118)
9.2 静电场与重力场的区别与联系	(119)
9.3 丝绸摩擦过的玻璃棒一定带正电吗?	(120)
9.4 各种基本电荷之间的区别与联系	(120)
9.5 电介质与介电常数	(121)
9.6 高斯定理与高斯面	(122)
9.7 电力线与电位移线的区别与联系	(124)
9.8 静电屏蔽的物理意义	(124)
9.9 静电感应和极化、验电器和静电计有何区别?	(126)
9.10 电力线的性质及其应用	(126)
9.11 关于电场强度和电势	(128)
9.12 无限远处和地球等电势吗?	(130)
9.13 平板电容器各电容公式物理量之间的变化规律	(132)

9.14	静电自能和互能、静电能、电势能与储能的异同	(133)
9.15	闪电和雷声隆隆是怎么形成的?	(133)
9.16	避雷针的工作原理及结构	(135)

第10章 稳恒电流

10.1	电流密度、电荷体密度和热功率密度的关系	(136)
10.2	位移电流不产生焦耳热	(137)
10.3	如何区分导线中有关电流的三种速度?	(138)
10.4	各种电器仪表之间的区别	(139)
10.5	电热公式不适用于非纯电阻电路吗?	(140)
10.6	电源电动势直接测量吗?	(142)
10.7	电动势、端电压、电势差和电压的区别	(143)
10.8	两灯功率相等就一样亮吗?	(146)
10.9	电源的最大输出功率公式的适用范围	(147)
10.10	液体中电流的电量和电流强度的关系	(148)
10.11	金属导电、电解质导电与气体导电的区别	(149)

第11章 磁 场

11.1	静电场与静磁场的区别联系	(151)
11.2	关于安培环路定理的对称性	(151)
11.3	B 与 E 、 B 与 H 、 H 与 D 的区别与联系	(152)
11.4	洛伦兹力与安培力的关系	(153)
11.5	安培力与洛伦兹力能做功吗?	(155)
11.6	回旋加速器中带电粒子的运动轨迹的间距	(155)
11.7	顺磁质和铁磁质的磁滞曲线的区别	(156)
11.8	磁铁的磁场与电流的磁场有何不同?	(157)
11.9	磁介质与电介质有什么内在联系	(158)
11.10	关于物理公式中的比例常数	(159)

第12章 电磁感应

12.1	洛伦兹力与电磁感应定律的关系	(161)
12.2	关于 θ 角的物理意义和导体的有效长度	(162)
12.3	电磁感应现象中洛伦兹力做功吗?	(163)

12.4 关于自感定义及其求法	(164)
12.5 “切割说”与“磁通说”能否统一?	(166)
12.6 感生电动势与动生电动势的区别及其相对性	(167)
12.7 反电动势的物理意义	(167)
12.8 关于感应电量的讨论	(169)
12.9 电与磁判定法则的内在联系	(171)
12.10 关于涡流损耗的探讨	(171)

第13章 交流电与电磁波

13.1 变压器空载时,原线圈中电流强度为零吗?	(173)
13.2 理想变压器与实际变压器	(174)
13.3 三相高输电的原因	(175)
13.4 三种电磁屏蔽的区别与联系	(175)
13.5 电磁场理论与电路理论的关系	(176)
13.6 关于中线、零线和地线	(178)
13.7 交流电的有效值和功率因数	(179)
13.8 关于晶体管管型的判别	(180)
13.9 传导电流与位移电流的区别与联系	(181)
13.10 关于电与磁的起源	(182)
13.11 麦克斯韦方程组的物理意义和特征	(183)

第四篇 光 学

第14章 几何光学

14.1 光源、光线与光速	(187)
14.2 像的性质的判断规律及成像观察区	(188)
14.3 浅析小孔成像	(189)
14.4 关于成像的真实位置	(190)
14.5 物、像与影的相对性	(191)
14.6 凸透镜、平面镜与虚像	(192)
14.7 像与仪器放大率的不同及其目镜的作用	(194)

14.8 通过光心的光线不折射吗?	(195)
14.9 薄透镜只有两个主焦点吗?	(196)
14.10 眼镜的度数及其矫正	(196)
14.11 如何理解“举杯邀明月”现象?	(198)
14.12 “傻瓜”相机的原理	(199)

第15章 光的波动性

15.1 折射和色散的原因	(200)
15.2 双缝干涉的规律	(201)
15.3 最靠近中央亮纹的是紫光亮纹吗?	(201)
15.4 非常光所遵循的规律及偏振光的鉴别	(202)
15.5 关于干涉图样的变化	(203)
15.6 光程、光程差和相位差的关系	(204)
15.7 劈尖干涉和牛顿环干涉有何异同?	(205)
15.8 各种衍射的区别与各种光谱的光谱规律	(206)
15.9 干涉和衍射的区别与联系	(207)
15.10 为什么说光是电磁波?	(207)
15.11 蜜蜂的定向原理	(208)
15.12 关于生活中的颜色	(208)

第16章 光的量子性

16.1 绝对黑体是否总是黑色而不辐射任何光线?	(210)
16.2 关于光电效应方程中的功函数	(210)
16.3 X射线能产生康普顿效应,为什么可见光不能?	(211)
16.4 光子和实物粒子的区别与联系	(212)
16.5 光子可以部分地放出能量吗?	(213)
16.6 测不准关系的本质	(214)
16.7 能量和时间测不准关系的含义	(215)
16.8 几率波的实质	(216)
16.9 波粒二象性中电磁理论与量子理论的统一	(217)
16.10 波粒二象性的产生原因	(217)
16.11 光电效应中电子可以吸收多个光子吗?	(218)

第五篇 原子物理学

第17章 原子物理

17.1 关于量子化	(219)
17.2 原子定态和能级公式中各物理量的比例关系	(221)
17.3 里兹并合原则和玻尔频率条件是什么关系?	(222)
17.4 原子发射的光子能被同类原子吸收吗?	(223)
17.5 光谱产生的原因	(225)
17.6 氢原子各谱线系的内在联系与普朗克常数	(225)
17.7 测不准关系、波函数和算符	(227)
17.8 从能带观点看导体、半导体、绝缘体和超导体	(227)
17.9 激光强特性的物理基础	(228)
17.10 红外线是由外层电子跃迁产生的吗?	(231)

第18章 原子核物理

18.1 关于核力	(232)
18.2 质量亏损的物理实质	(232)
18.3 质能方程的物理意义	(234)
18.4 原子质量单位的物理意义	(235)
18.5 结合能的本质	(236)
18.6 聚变释放能量, 为什么裂变也释放能量?	(237)
18.7 衰变常数和衰变率都与时间无关吗?	(238)
18.8 为何不是每种核都能进行 β 衰变?	(239)
18.9 α 粒子和氦核的放射	(240)
18.10 关于中子碰撞的动能损失	(240)
18.11 原子核对 γ 光子的吸收和对原子光谱的影响	(241)
18.12 光子的吸收、散射、相互作用和湮灭	(242)
18.13 原子核物理在医学中的应用	(243)

第一篇 力学

第1章 质点运动学

§ 1.1 质点是只有质量而无形状大小的点吗？

常常看到人们这样给质点下定义：“当物体的大小和形状可以忽略时，就把物体当成一个有一定质量而无形状大小的点，这样的点叫做质点。”

定义质点为“点”是不妥的，因为质点是一个物体的简化模型。把一个物体视为质点就是把物体上所有能集中表示物体特性的物理量都集中于这一点（通常是质心）。如果把质点看做是具有质量的几何点，则描述质点的物理量只有位置、质量和电量。但把一个物体看成为几何点，就无法解释该物体与另一平面间何以能产生摩擦力。把物体看成几何点，它又如何能具有电矩、磁矩、自旋动量矩？当研究地球相对于太阳转动的总动量矩时，只有把地球抽象成具有质量而大小无限趋近于零又不等于零的质点时，它才可以具有自旋动量矩，再求出被视为质点的地球相对于太阳中心的轨道动量矩，则其自旋动量矩和轨道动量矩的矢量和就是地球相对于太阳旋转的总动量矩。

可见，在进行质点概念的教学时，应强调“质点是一个物体的简化模型”这一本质。质点的确切定义是：在所研究的问题中，当物体的大小和形状可以忽略时，就把物体看成是一个具有质量而无形状大小的理想物体，这个理想物体，称为质点。

§ 1.2 关于匀速直线运动的质疑

匀速直线运动的定义是：物体在一条直线上做方向不变的运动，如果在任何相等的时间里位移都相等，这种运动叫作匀速直线运动。

质疑1：能否把质点速度矢量 $\boldsymbol{v}$ 的方向始终不变，或把质点位置矢量 $\boldsymbol{r}$ 的方向始终不变，作为判断质点做直线运动的条件？

不可以。速度矢量 $\boldsymbol{v}$ 的方向始终不变的运动是直线运动，但在直线运动中，速度矢量 $\boldsymbol{v}$ 的方向不一定始终不变。例如，竖直上抛运动是直线运动，可是速度矢量 $\boldsymbol{v}$ 却是开始向上，然后向下。位置矢量 $\boldsymbol{r}$ 的方向始终不变的运动是直线运动，但做直线运动的质点，如果把坐标原点选在直线之外，其方向就时刻都在变化，如图1-1所示。

严格地说, 直线运动是指质点的位移 $\Delta \mathbf{r}$ 始终在一条直线上的运动。

质疑2: 在相等的时间里位移相等的运动是否一定是匀速运动?

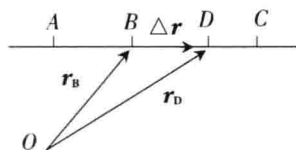


图 1-1

不是。如图 1-1 所示, 质点做直线运动, 设 $AB=BD=6\text{m}$, 若质点经过 3s 从 A 到 B, 再经过 3s 由 B 到 C 再折回到 D, 这样质点在相等的时间里位移相等, 但质点并没有做匀速直线运动。严格地说, 匀速直线运动是质点在一条直线上做方向不变的运动, 如果在任意相等的时间里位移相等, 这种运动叫做匀速直线运动。

质疑3: “相等的时间”是指数学上的“无穷小”还是指实验所要求的精确度?

假设有甲、乙二人从同一时刻开始各自观察做直线运动的火车。甲测出火车每 5 分钟通过 5 千米。乙测出火车通过第一个千米用 61 秒, 通过第二个千米用 59 秒, 通过第三个千米用 58 秒。因此, 甲认为是匀速直线运动, 而乙则认为不是。哪一个结论正确? 回答此问题就要明确, 物理上的“相等时间”不是数学上的“无穷小”(那样考虑的话, 世界上将不存在匀速直线运动了), 而是就实验所要求的精确度而言的。因此, 如要求精确度较高, 那么甲的结论就不够准确, 但若以各自的实验精确度为准, 则两人的结论就都是正确的。

§ 1.3 平均速度的大小是平均速率吗?

有的书对这个问题的叙述为: 质点做匀速圆周运动的时候, 它通过的弧长与所用时间 Δt 之比值是个定值, 这个比值就等于它的平均速度的大小(平均速率)。

实际上, 质点做匀速圆周运动从 A 到 B, 如图 1-2:

平均速度的大小为

$$|\bar{\mathbf{v}}| = \frac{\overline{AB}}{\Delta t}$$

平均速率为

$$\bar{v} = \frac{\widehat{AB}}{\Delta t}$$

$$\therefore \overline{AB} < \widehat{AB}$$

$$\therefore |\bar{\mathbf{v}}| < \bar{v}$$

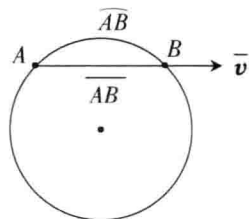


图 1-2

因此, 上面那段话叙述为“质点做匀速圆周运动的时候, 它通过的弧长与所用时间 Δt 之比值是个定值, 这个比值就等于它的平均速率”较为确切。即匀速圆周运动是匀速率运动, 而不是匀速度运动。

有的书中对平均速度大小的物理意义有这样的论述: 平均速度的大小表示质点在确定的时间内运动的平均快慢, 可用平均速率来描述。

实际上, 从 A 点竖直上抛一石子, 如图 1-3 所示, 石子达最高点 B 后又折回到 C

点,共经历了 Δt 时间,在 Δt 时间内,石子平均速度的大小为 $\frac{\overline{AC}}{\Delta t}$ 。显然,它不能表示在 Δt 时间内石子运动的平均快慢,石子在 Δt 时间内运动的平均快慢应用平均速率 $\frac{\overline{AB} + \overline{BC}}{\Delta t}$ 来表示。

平均速度大小的物理意义应表述为:平均速度的大小是表示在 Δt 时间内质点空间位置变动的平均快慢。

在特殊情况下,即在质点做不改变方向的直线运动中,位移的大小和路程是相等的,故平均速度的大小等于平均速率,两者均表示质点运动的快慢。

在一般情况下,在相同的时间 Δt 内,质点位移的大小小于路程,所以平均速度的大小小于平均速率。但当 $\Delta t \rightarrow 0$,位移的大小等于路程,所以,瞬时速度的大小等于瞬时速率,均表示某时刻质点运动的快慢。

有的书在谈到气体定律的微观解释时说:“一定质量的气体体积不变而温度升高时,分子的平均速度增大。”同样,“分子的平均速度增大”应改为“分子的平均速率增大”。这是因为从气体分子运动论和统计规律看,气体分子向各个方向运动的几率相等。由于速度是矢量,大量分子的平均速度应为零。而速率是正标量,大量分子的平均速率不为零,且其大小随温度高低而变。

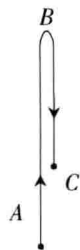


图 1-3

§ 1.4 定义瞬时速度的数学思想是积分还是微商?

有的书在解释瞬时速度的物理意义时说:“时间足够短时测量仪器已经分辨不出变速运动和匀速运动的差别,可以认为这一小段时间内的运动是匀速的。这时,即使进一步缩短所取时间,测得的平均速度也不会有什么变化,这个平均速度就等于瞬时速度。”

$\Delta t \rightarrow 0$ 时,变速运动是否变成了匀速运动?如果真是这样, $\Delta t \rightarrow 0$ 时,运动的加速度也一定趋近于零,即 $\frac{\Delta v}{\Delta t} \rightarrow 0$ 。实际上, $\Delta t \rightarrow 0$ 时, $\frac{\Delta v}{\Delta t}$ 为 $\frac{0}{0}$ 型不定式,并不趋近于零,所以 $\Delta t \rightarrow 0$ 时,变速运动是不能趋近于或变成匀速运动的。

在数学上,求变速运动的位移时,确有把变速运动看成无限多个、无限短的、速度又相差无限小的匀速运动的总和,这是定积分的“以匀代不匀”,“以直代曲”的思想方法。然而,现在是定义瞬时速度,是利用“取极限”的数学思想。在取极限的数学思想中并没有“以匀代不匀”、“以直代曲”的思想方法。但是有:假若一个变量在其变化过程中无限趋近于某一常数,这一常数叫做该变量的极限。极限反映了变量变化的趋势和方向。

瞬时速度的定义应该为:时间 t 附近的时间间隔 $\Delta t \rightarrow 0$ 时,平均速度的极限值为

$$\boldsymbol{v} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \boldsymbol{r}}{\Delta t} = \frac{d\boldsymbol{r}}{dt}$$

此为该时刻 t 的瞬时速度。所以，定义瞬时速度的数学思想是微商。

§ 1.5 宇航员在月球上为何跳着前进？

在电视中，我们看到宇航员在月球上行走和在地球上有很大的不同，宇航员在月球上是跳着行走的，为什么如此行走呢？

宇航员这样行走，主要是由于月球表面引力减小的缘故。当人在月球上和地球上步行时，脚总要用力求向后蹬地，同时地面对人产生向前的反作用力，使人向前运动。人体的重心运动可以看成是水平方向的匀速运动和竖直方向的匀加速运动的合运动。

当人用力 $\boldsymbol{F}$ 蹬地（ $\boldsymbol{F}$ 为平均作用力），作用时间 Δt ，力与水平方向的夹角为 θ ，根据动量定理，蹬地瞬间将得初速度为

$$\boldsymbol{v} = (\boldsymbol{F} - m\boldsymbol{g})\Delta t / m$$

在地球上：

$$v_x = \frac{F_x}{m} \cdot \Delta t \quad (\text{水平})$$

$$v_y = \frac{(F_y - mg_{\text{地}})\Delta t}{m} \quad (\text{竖直})$$

人体重心位移：

$$S_{\text{地}} = v_x \cdot t_{\text{地}}$$

$$H_{\text{地}} = \frac{v_y^2}{2g_{\text{地}}}$$

每走一步所需时间：

$$t_{\text{地}} = 2v_y / g_{\text{地}}$$

在月球上，由于吸引力减小，人体的重量减小到地球上的 $\frac{1}{6}$ （即 $g_{\text{月}} = \frac{1}{6}g_{\text{地}}$ ），但人体的质量，蹬地的力及力与水平方向的夹角不变，蹬地将获得初速度：

$$v'_x = \frac{F_x}{m} \cdot \Delta t$$

$$v'_y = \frac{(F_y - mg_{\text{月}})\Delta t}{m} = v_y + \frac{5}{6}g_{\text{地}} \cdot \Delta t$$

$$H_{\text{月}} = \frac{v_y'^2}{2g_{\text{月}}} = 6H_{\text{地}} + \frac{25}{12}g_{\text{地}}\Delta t^2 + 5v_y\Delta t > 6H_{\text{地}}$$

走一步所需时间：

$$t_{\text{月}} = 2v'_y / g_{\text{月}} > 6t_{\text{地}}$$

步长：

$$S_{\text{月}} = v_x \cdot t_{\text{月}} > 6S_{\text{地}}$$

可见，在月球上行走，人体重心上升的高度（ $H_{\text{月}}$ ）、每走一步所需时间（ $t_{\text{月}}$ ）和步长（ $S_{\text{月}}$ ）均为地球的6倍多。因此，人在月球上看起来不是在走，而是在跳、在飞。因此，宇航员在月球上采取双脚跳跃式前进，可减少身体在运动中的摆动，以便保持身