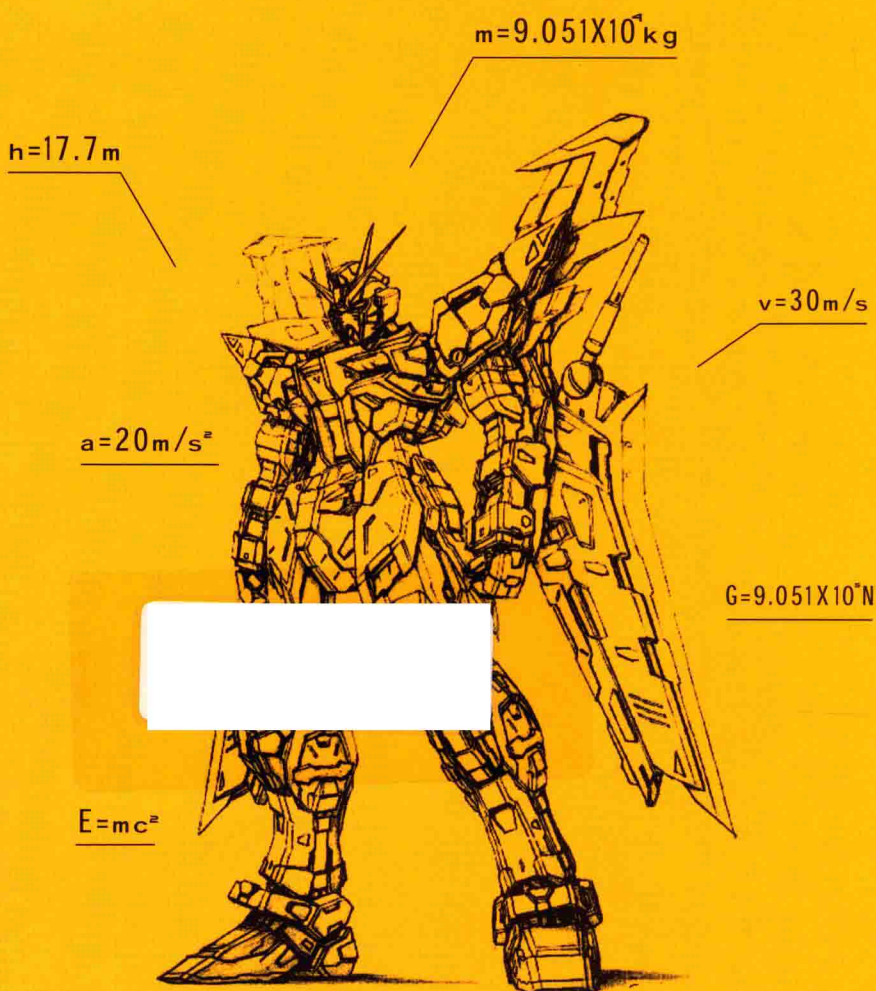


学霸君系列丛书

学霸君的 物理笔记 I

张笑璇 ◎ 著



学霸君的 物理笔记 ①

张笑漩 著

图书在版编目 (CIP) 数据

学霸君的物理笔记. 1/张笑漩著. -- 武汉: 崇文书局, 2016.1

ISBN 978-7-5403-4049-0

I. ①学… II. ①张… III. ①中学物理课—高中—教学参考资料 IV. ①G634.73

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 232409 号

学霸君的物理笔记

责任编辑: 袁翔

出版发行: 崇文书局

地 址: 武汉市雄楚大街268号湖北出版文化城C座11层

发行热线: 027-87393855

网 址: www.cwbook.cn

经 销: 全国新华书店

印 刷: 武汉中科兴业印务有限公司

开 本: 700×1000mm 1/16

印 张: 8.5

版 次: 2016年1月第1版

印 次: 2016年3月第2次印刷

字 数: 100千字

书 号: 978-7-5403-4049-0

定 价: 29.00元

法律声明: 本作品之装帧设计著作权、出版权、发行权均受有关国际版权公约和我国法律保护。任何非经我社许可的仿制、改编、转载、印刷、销售之行为, 我社将追究其法律责任。

本书若有印装质量问题, 请与承印厂联系调换。

目 录

运动 Kinematics

表现运动	1
A 路程与位移	2
B 速度与速率	5
加速度	10
A 加速度的定义	10
B 匀加速直线运动: The Big Five	14
C 运动的图像	18
D 自由落体运动、平抛运动、斜抛运动	25
转 动	32
A 描述转动	32
B 匀速圆周运动	36

力学 Mechanics

A 牛顿与力	41
B 常见的力	49
C 受力分析	65

D 引力与轨道	73
E 转动力学	89
学霸君的数学工具箱	100
题目解析	108
名词解释	116

运动

Kinematics

表现运动

A 路程与位移

1. 引入

我是个路痴。

无论是在虚拟世界还是在现实世界，我都能毫无破绽技术高超地迷路。就算手上拿着手机装着百度地图我也能兜大半个圈子外加无数次调头才到达目的地，而玩 CS² “沙漠 2” 时，我从匪家到 B 点总不知为什么最后要从 A 点绕一绕（当然没走到一半就死了哈）。那么问题来了，如果本来直线距离 500 米的路程我最后绕了两千米，应该如何用语言来描述这两个量呢？如果说“我走了两千米才从匪家到警家”那究竟是匪家到警家的直线距离是两千米呢还是……其实警家就在匪家楼下，本人是路痴，绕了两千米才跑到警家呢！

没文化真可怕。你看，不学物理，连迷个路都没办法跟别人描述。其实，这里就牵扯到物理中截然不同的两个量：路程与位移。这两个量是必须得掌握的两个量。

因为我们想学好物理，而且……

你肯定也迷过路吧？

2. 详述

路程是一个标量。路程没有方向，只有大小。路程的大小表示一个物体运动轨迹的长短，与物体运动的路线有关。

标量：见数学工具箱——向量，P101

如果物体在运动的过程中在其后留下了一条轨迹，那么这条轨迹的长短就是它的路程。在引入中，尽管 A 点到 B 点的直线距离是 500 米，然而物体却由于某些原因绕了远路，移动了 2 千米才到达终点，这时，物体移动的路程是 2 千米。路程对应我们所说的“走了多少路”。

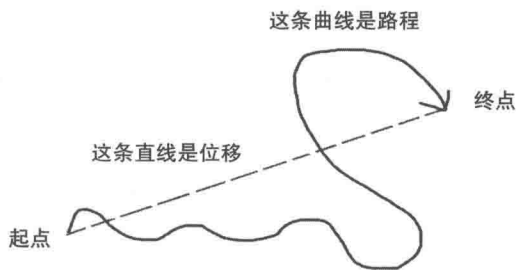
再谈**位移**。位移是一个矢量，既有大小，又有方向。它的大小是物体运动起点到终点的直线距离；它的方向由物体运动的起点指向终点。位移的大小与运动的路线无关。在引入中， A 点到 B 点的直线距离 500 米即对应物体位移的大小。生活中，位移的大小对应我们所说的“直线距离”。

矢量：见数学工具箱——向量，P101

由于路程与位移一个是标量一个是矢量，所以路程与位移绝对不会相等。仅当物体沿着从起点到终点的那条线段运动到终点时，位移的大小与路程才可能相等，而这就是生活中经常提到的“最短路径”（《星际穿越》³ 那里面的四维虫洞什么的就别提了……这里是高中物理）。在圆周运动中，物体每绕一圈，根据定义可得物体的路程即为圆的周长（走了一圈的路程），

见名词解释 3

而物体位移的大小为零（起点和终点重合，所以直线距离为零）。位移相



加是矢量相加，而路程相加是标量相加。

路程与位移大小的单位都是长度单位，如：米。

3. 总结

路程是一个标量，路程的大小表示一个物体运动轨迹的长短。

位移是一个矢量，它的大小是物体运动起点到终点的直线距离，它的方向由物体运动的起点指向终点。

4. 例题

见名词解释 4

在《超级马里奥》⁴的某关中，马叔需要在平地上来回运动以躲避怪物。



以左右方向为轴，假设屏幕中央的位置为 0，马叔在不同时间点的位置如下：

时刻	1s	2s	3s	4s	5s	6s
位置	3m	-2m	7m	3m	5m	-5m

- (1) 请问其第几秒时相对于第一秒时位移最大？
- (2) 第几秒内运动路程最大？

B 速度与速率

1. 引入

本章中，我们不仅要应付速度和速率，还得应付瞬时速度、瞬时速、平均速、平均速率、相对速、相对速率……而且更丧心病狂的是，你在现实生活中所接触的“速度”其实是物理中的速率，而物理中的速度又是一个神经兮兮的全新的东西。

其实我一直觉得这个世界对我们中学生很不公平，因为现实生活中的一些理解和叫法和学习生活中的完全是两个东西。物理还好，你只用记住物理的正确叫法就行了，跟你爸妈去吃饭的时候还可以纠正他们的错误叫法以显示自己更加有科学文化素养。

咳咳，现在问题来了。请问烧碱、火碱、苛性钠、氢氧化钠有什么区别啊？

其实它们是同一个东西，而前面三个是最后一个不知道哪儿来的俗称。氢氧化钠才是这个物质的正确名称，但是这四种叫法你都得记，因为它们都可能会在考试中出现，取决于出题者的心情。

2. 解析

先谈**速度**和**速率**的区别。速度与速率都是衡量物体运动快慢的量。然而，速度是一个矢量，包含方向；而速率是一个标量，只有大小。即，速度不仅包含了“这个物体有多快”，还包含了“这个物体现在要去哪里”这个信息。速度包含的

信息更多，也比速率用的更加广泛。

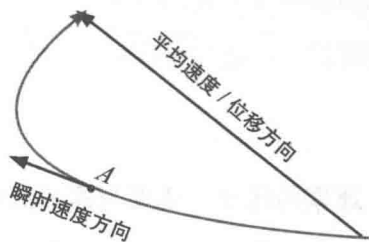
见名词解释 5

瞬时速度与瞬时速率表现物体在某一瞬间的速度和速率。汽车的仪表盘（或者对于未成年人来说，《极品飞车》⁵的右下角）上显示的那个数值，其实就是车子的瞬时速率。通常来说，瞬时速度的大小就是瞬时速率。或者说，瞬时速度就是瞬时速率的大小加上这个物体现在运动的方向。

见名词解释 6

平均速度与平均速率比较麻烦。我们假设小明开着一辆车（法拉利 488 GTB⁶）从起点绕了一条弧线到终点。这时他所经过的路程即为这条弧线，而位移的大小则是起点到终点的直线距离。平均速度的大小就是位移除以时间，而平均速率的大小则是路程除以时间。平均速率一般大于平均速度，因为路程一般大于位移。

平均速度的方向与位移的方向相同，因为平均速度是用位移直接除以时间得来，大小变化了，方向却并没有改变。而瞬时速度的方向是车子在一瞬间运动的朝向，与位移的方向不一定相同。如在该图的 A 点处，瞬时速度的方向是沿着切线的那个箭头，与平均速度的方向不一致。



同一个物体一瞬间的速度大小（或速率）可能会由于参考系的不同有区别。参考系是在研究一个物体运动的时候你

所参考的体系。在研究过程中，认为这个参考系是静止不动的，而一切物体的速度都被定义为这些物体参照这个系统所得出的相对速度。如一辆车（保时捷 911 GT3 RS⁷）相对于地面是以 200km/h 的速率运动，但相对于太阳则以地球公转的速率 107000km/h 运动。由于地球在绕着太阳以这个速度旋转，在地球上的车也会绕着太阳按这个速度旋转。如果把地面当参考系，车的速度就是 200km/h；以太阳为参考系，车的速度是 107000km/h。选择不同的参考系，同一个物体的速度是不同的。我们一般选择地面为参考系。

见名词解释 7

当把物体运动的参考系设定为另一个运动的物体时，这个物体的速度叫作相对速度，例如：“高速公路上的那辆保时捷 911 GT3 RS 相对于我们的这辆二手奥拓好快啊！”当二者运动方向相同时，一方对另一方的相对速度大小为其自身的速度大小减去另一方的速度大小；而运动方向相反时则为其自身的速度大小加上另一方的速度大小。例如，高速公路上看对面车辆速度总是飞快，而相邻车道上的车则似乎没有动：因为你与相邻车的速度大小相同、方向相同，你对于相邻车的相对速度大小就小到几乎为零了。

3. 总结

速度是一个矢量，它有方向；而速率是一个标量，只有大小。它们都可以表示物体运动的快慢。

瞬时速度和瞬时速率用来衡量物体瞬间的速度与速率，而瞬时速度的大小通常等于瞬时速率。瞬时速度的方向指向

物体在那一瞬间运动的方向，与平均速度的方向不一定一致。

平均速度和平均速率分别由位移 x 与路程除 s 以时间得来。平均速度的方向与位移方向相一致。平均速度大小通常小于平均速率大小。

有：

$$v_{\text{平均速度}} = x \div t$$

$$v_{\text{平均速率}} = s \div t$$

相对速度为一个物体参照另一个运动物体的速度。当二者运动方向相同时，相对速度大小为其自身的速度大小减去另一物体的速度大小；方向相反时，相对速度大小为自身速度大小加上另一物体速度大小。

有：

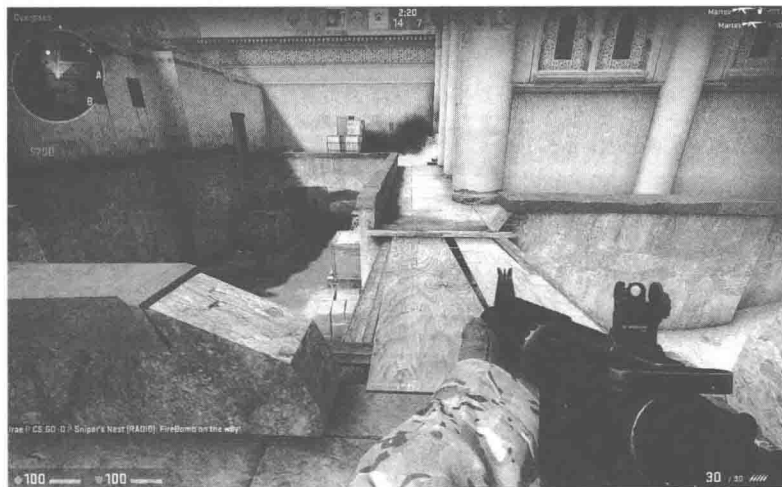
$$v_{\text{rel}} = v_a - v_b$$

$$\text{或 } v_{\text{rel}} = v_a + v_b$$

4. 例题

(1) 考试失利的你在雨中的操场上沿着跑道跑了一圈。操场的跑道是圆形，半径为 100m。你花了 2 分钟跑完了一圈。为了使你自己进一步冷静下来，你开始计算自己的平均速度，平均速率。请问它们分别是多少？

(2) 假设 CS 某地图中 A 点和 B 点之间的路径为一条直线。假设小明可通过 shift 调节步速。小明与队友从匪家突入 A 点佯攻，在解决掉敌人之后以 4m/s 的速度向 B 点进发。10s 后，在中间与敌人交火。不敌，以 5m/s 的速度退回 A 点。



此时小明的队友在 B 点埋包成功，小明以 3m/s 的速度向 B 点前进， 20s 后炸弹被拆除，游戏结束。现请问：

a. 在小明从 A 点出发到游戏结束之间，小明的平均速度是多少？

b. 小明的平均速率是多少？

加速度

A 加速度的定义

1. 引入

见名词解释 8

你肯定听说过加速，起码，你应该听说过《加速世界》⁸。

当然中国最近经济放缓得有些吓人：GDP 增长率回落到 7% 左右、工业 PMI 有好几个月低于 50%、人民币贬值、股市不稳、多次降息降准准备金率。现在国内经济正在结构调整，加上国际经济环境险恶，希望中国经济快点企稳回升。

加速与减速的概念十分通俗易懂。我们经常听说经济“加速运行”或者“增长减速”，也经常接触汽车“百公里加速时间”这个概念。**加速运动与减速运动**实在太直观、太简单了，我甚至可以在引入这一部分就解决这两个概念（那些跳过引入直接看解析的人……你们的审判降临了）：物体做加速运动时，物体瞬时速率变大，而减速运动时则变小。

但是加速度却不是一言可以蔽之的。实际上，它准确的概念需要大家学了微积分之后才可以理解：它是速度矢量对于时间的变化率，或者说是速度的导数。本书主要讲的是加速度在初等数学范围内的定义与概念。

2. 解析

加速度衡量的是在一个瞬间物体运动速度改变的情况。加速度与速度相同，是个矢量。先研究它的大小。

物体加速度越大，它的速度在同一时间内增加的就越多。

有：

$$\Delta v = at$$

Δv 表示物体速度的增加量。例如，如果一个物体最开始的速度为 0m/s ，如果它的加速度是 10m/s^2 ，那么一秒后它的速度就是 10m/s 。如果它的加速度变大为 20m/s^2 ，那么它一秒后的速度就成了 20m/s 。好理解吗？

不好！不好的原因是那个单位：为什么速度的单位是 m/s ，加速度的单位就变成 m/s^2 了？那个平方看着玄乎的不得了啊？

现在就来解释这个单位。首先，从公式的角度来说，由于

$$a = v \div t$$

v 的单位是 m/s ，而 t 的单位是 s 。加速度 Δv 的单位运算后的结果为 $\text{m/s} \div \text{s} = \text{m/s}^2$

其次，从定义的角度来说，加速度是衡量速度随着时间变化的一个量。由于速度的大小是衡量物体位移随着时间变化的一个量，加速度之于速度，相当于速度之于位移。由于速度的单位是位移除以时间得来的，加速度的单位便是速度除以时间得来的。

关于加速度，需要注意：

首先，加速度衡量的是速度的变化。看到速度，你应该想到什么？对了，这个矢量既包含速度的大小又包含方向。

（如果你没想到的话就请往前翻到速度那一章再看看！哎！我的良苦用心码这么多字你竟然完全不领情，完全没有理解。为了弥补我精神方面的巨大损失，从道义的角度来讲，我诚恳地建议你再买一本书吧！少年，包邮哦，亲！）假设一个

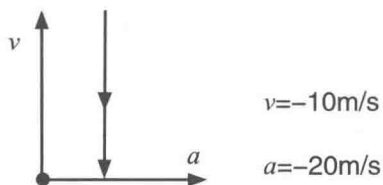
见数学工具箱—单位运算，P105

参见速度与速率，P5

物体的速度大小没有改变，如果它的方向改变了，它也是有加速度的。在匀速圆周运动中会讲到，尽管物体是“匀速”的（即速度大小不变），由于物体在圆上的速度方向一直在改变，它也具有不为零的加速度。这个时候，物体加速度的方向与物体速度的方向正好垂直。可以理解为，加速度“拉着”物体的运动轨迹朝某一方向偏移，尽管速度大小不变，方向却变了。

见名词解释 9

其次，负的加速度不代表物体在减速，正的加速度不代表物体在加速。假设钢铁侠⁹从十楼落下以求在下降途中“公主抱”被反派推下摩天大楼的女生，以朝上为正方向，钢铁侠的初始速度为 -10m/s ，加速度是 -20m/s^2 。由图可知，他其实在向下做加速运动。加速度为负却在做加速运动的原因是其运动方向也为负。加速度与速度方向一致，速度自然加快。其实，正确的说法为加速度与速度同向时速度加快，反向时速度减小。



以上一段话是在一维运动的情况下的结论，二维时则更加复杂。可以得出两个规律：

(1) 物体加速度与速度夹角为 0° 或 180° 时，物体的速度方向不变，大小改变。

(2) 物体加速度与速度夹角为 90° 时，物体的速度大