



# 高中物理中时间观念的形成

韩静波

(浙江省路桥中学 浙江台州 318050)

(收稿日期:2019-06-19)

**摘要:**时间是生活最基本的概念之一,在高中物理中,多次涉及时间概念,物理学科核心素养应该包含时间观念的形成.从学生在高中涉及对时间理解的困难出发,进行有意识、有计划、有组织地学习,可以形成科学的时间观念,并以相对论对时间的论述,又一次提升时间的观念.

**关键词:**时间 观念 核心素养

物理学科核心素养的物理观念主要包括:(1)物质观念;(2)运动观念;(3)相互作用观念;(4)能量观念等等.笔者认为还应该加上一个观念——时间观念.

时间是国际单位制规定的7个基本量之一,它存在于人类活动的任何一个角落,既与运动紧密关联,又似乎是游离在外的一个度量标尺.人们对于时间的概念既熟悉又陌生,不深究似乎人人知道,一深究却又讲不清,道不明.在高中物理教学中,多次涉

及到时间的概念,我们应该去面对时间这个基本而重要的概念,形成对时间正确的认识有利于物理的学习,进而形成科学的时间观念.

## 1 高中物理关于时间的困惑

困惑主要有:(1)打点计时器明明是个打点器为什么说是计时器;(2)自由落体“时间尺”不均匀的原因;(3) $v-t$ 、 $x-t$ 图像的时间轴理解;(4)运动学方程解出时间 $t$ 为负数的含义;(5)沙摆水平运动

## 4 结论

(1)XRD和UV-vis测试结果表明,DEC-P具有与CB-P类似的结晶和吸收特征,DEC具有辅助生成高质量钙钛矿薄膜的能力.

(2)PL和TRPL测试结果表明,DEC-P的质量更强,光生载流子的复合率更低. DEC-P中较少的晶界可以减少钙钛矿层中的电荷陷阱态,从而导致较慢的电荷复合.

(3)J-V和EQE测试结果表明,使用DEC-P光吸收剂的太阳能电池可以将 $V_{oc}$ 、 $J_{sc}$ 和FF提高到更高的值,并且呈现较小的J-V滞后. DEC用于制备倒置平面钙钛矿太阳电池获得了13.8%的PCE,优于CB基PSCs的13.1%.因此,DEC可以作为一种环保的反溶剂,获得高质量的钙钛矿,这对开发高效的钙钛矿光伏器件和其他光电器件具有重要意义.

## 参考文献

- 1 Chen Y, Li N, Wang L, et al. Impacts of alkaline on the defects property and crystallization kinetics in perovskite solar cells[J]. Nature Communications, 2019, 10(1)
- 2 Xiao, Zhengguo, Kerner, et al. Efficient perovskite light-emitting diodes featuring nanometre-sized crystallites[J]. Nature Photonics, 2017, 11(2):108 ~ 115
- 3 Wu Y, Xie F, Chen H, et al. Thermally Stable MAPbI<sub>3</sub>, Perovskite Solar Cells with Efficiency of 19.19% and Area over 1 cm<sup>2</sup>, achieved by Additive Engineering[J]. Advanced Materials, 2017: 1701073
- 4 Tongle Bu, Lan Wu, Xueping Liu, et al. Synergic Interface Optimization with Green Solvent Engineering in Mixed Perovskite Solar Cells[J]. Advanced Energy Materials, 2017, 7(20):1700576
- 5 刘大超,崔运超,李光,等. 阳极界面修饰对钙钛矿太阳能电池性能的影响[J]. 光子学报, 2017, 46(2): 0223003

位移代表时间轴问题；(6) 示波器正弦图像的显示原理，其 X 轴的含义；(7) 相对论对时间认识的提升。

## 2 时间概念的层次建立

### 2.1 从计时器认识时间

高中物理第一章学习便接触到打点计时器，对于它是一个计时器很多学生难以接受，以下是一段师生对话。生：这明明就是个打点器嘛？师：打点记录了什么？生：记录了位移。师：那么时间呢？生：数点（间隔）能数出来。师：那不就是计时器吗？生：这也太 low 了……。每一届教学基本都有类似的疑惑，教师一般也只能如此回答，学生有些能接受这个计时器，有些到毕业还是觉得是打点的，测速度的，测加速度的，也不能接受其是计时的。

笔者曾问学生：挂在墙上的时钟是什么仪器，学生一致认为是个计时器。如果去除时针分针，只剩下秒针，它是什么？学生认为还是一个计时器。如果表盘没有数字，那么如何确定时间？学生回答：可以数格子确定。那么这个原始的钟表，就可以叫绕圈计时器。

笔者还建议学生如何把打点计时器造成一个现代化的计时仪器。

图 1 是一个学生设计的计时装置，最左侧打点计时器每隔 1 h 打点一次，纸带下降一个刻度。中间打点计时器 1 min 打一次，并下降一个刻度。右侧 1 s 一次，中间放置一个刻度尺。看下降长度对照刻度读数。

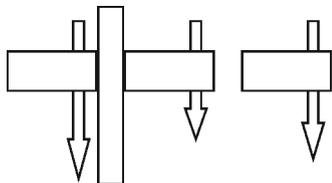


图 1 自制计时器

还有的学生为避免纸带过长，设计为让纸带循环，在左侧纸带上标志 1~12，中间和右侧纸带标志 1~60，开始工作时先清零（12, 60 位置），将纸带和打点计时器装在一个封闭盒子里面，只留 3 个开口，可以观察纸带上标准的数字，看到的数字就是对应的时间。装置如图 2 所示。学生们惊呼，数字式电子表都给设计出来了，笔者好好表扬了这些学生，全班

深刻地认识到打点计时器确实是个计时仪器。

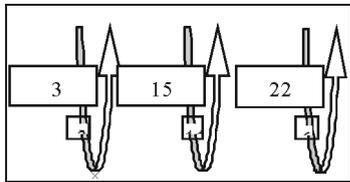


图 2 升级版计时器

学生逐渐归纳出：是不是计时器，关键看有没有一个重复性、周期性、等时性的动作，然后记录下来就可以确定时间，就成了一个良好的计时装置。

### 2.2 频率不稳定对计时的影响

实验室电磁打点计时器，会问到如果频率变高，频率不稳定会对实验结果产生什么影响。如果频率变大，看到打点计时器打点变快了，那么如图 2 数字显示就偏大了，但客观的时间并没有变，以下是实验中频率改变问题的计算，会有两个典型的错误。

**【例 1】**某打点计时器打出一条纸带，事后得知当时打点时交流电的频率比正常情况略小，那么，用这张纸带按正常频率所求出的加速度  $a$  是偏大还是偏小？可为什么答案是变大。

**错答 1:** 偏小。频率变小，时间间隔变大，根据

$$a = \frac{x_2 - x_1}{T^2}$$

加速度应该变小。

**错答 2:** 不变。频率变小，时间间隔变大，在变大的时间里，产生的位移已经成比例变大，所以比值应当不变。

**参考答案:** 偏大，位移已经成变大，而仍以正常的时间去计算，所求出的加速度偏大。

### 2.3 自由落体“反应尺”的不均匀性

学生能比较自然地接纳均匀刻度的计时器，在自由落体一节之后，有个小实验，如图 3 所示，让学生两人面对面，以刻度尺下落测对方的反应时间，由于

$$h = \frac{1}{2}gt^2$$

下落距离与时间的平方成正比，即如果反应时间增加为 2 倍，而下落距离变成了 4 倍，如此标刻的“反应尺”上的时间是不均匀的。但这样的时间看起来就比较难受。

这个实验进一步挑战了高一学生的思维，时间尺是不均匀刻度的，而客观上的时间还是默认为“均

匀流淌”的,以“不均匀进展”的东西来记录“均匀流淌”的时间,记录的结果就不均匀了.如果记录的刻度要求均匀,那每个刻度所代表的时间会不再均匀.



图3 反应尺

这个实验让学生做一做,用心体会,能很好地冲击学生的固化思维,加深对时间的认识.有意识地开展教学,可以促进形成科学的时间观念.并对高二理解欧姆表刻度不均匀的理解,做一个铺垫.

#### 2.4 时间为负数的含义

在运动学习题中,求解结果常会出现负的时间,这个负时间只是不符合实际,舍去的一个答案,还是有其他什么意义.

**【例2】**A和B两物体在同一直线上运动,B物体在前,A物体在后,当它们相距7 m时,A物体在水平拉力和摩擦力的作用下,以8 m/s的速度向右做匀速运动,而B物体此时的速度为10 m/s,方向水平向右,它在摩擦力作用下以 $a = -2 \text{ m/s}^2$ 做匀减速运动,则经过多长时间A追上B?

$$\text{解: } v_A t = v_B t - \frac{1}{2} a t^2 + 7$$

解得

$$t_1 = 1 + 2\sqrt{2} \quad t_2 = 1 - 2\sqrt{2} (\text{舍去})$$

但是,舍去的 $t_2$ 实际上也反映了某种物理情景,这相当于电影蒙太奇的回放,时间倒回直到零时刻之前,B倒回去遇上A,需要 $(2\sqrt{2} - 1) \text{ s}$ ,正是舍去的负值.“负时间”其实也是“满足”题目要求的,只是时间必须按要求“倒流”.在求解自由落体的相遇问题时,也经常遇到这样的负值,对应的意义是自由落体运动的“史前”运动,即竖直上抛运动.如图4所示为方程 $h = \frac{1}{2} g t^2$ 的 $h-t$ 图像,为抛物线, $h$ 代表离开原点的下落位移值,其中抛物线的右枝可以代表

自由落体过程,左枝则代表竖直上抛过程,整个抛物线相当于从上抛到落体的全过程.

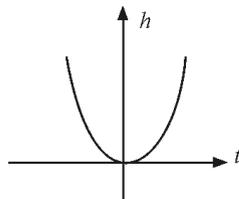


图4 竖直上抛 $h-t$ 图

#### 2.5 沙摆水平运动位移代表时间轴问题

在机械振动教学中,常以沙摆实验描绘振动图像,由于实验不易成功,教学时,教师常专注于如何画出一个像样的正弦沙迹,学生往往也着眼于以沙迹是否能良好拟合正弦曲线为观察目标.造成了很多问题,不少学生会把沙迹简单地迁移为振动图像.

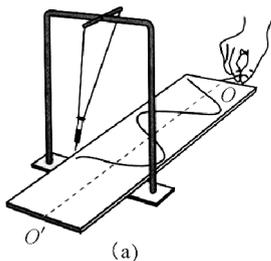
比如有教师会以图5(a),木板拉动方向,即箭头方向作为时间轴 $t$ ,实际上最早时间应该是靠近手的位置,所以这个木板应该拿起来旋转 $180^\circ$ 来代表振动图像.如果手拉木板速度越来越快,沙迹会呈现怎样的图线,这个沙迹还能看作是振动图像吗?呈现出来的沙迹看起来越来越开,难道是振动变快了.

所以,要认真领会时间轴的含义,明白有形的运动木板是如何表达无形的时间,才能理解好振动图像,以及求解分析相关习题.这个实验的关键是要清楚:我们是以水平匀速拖动能代表时间的“均匀流淌”.

正确理解有助于以下习题求解.

**【例3】**如图5(a)所示是用沙摆演示振动图像的实验装置,沙摆的运动可看作简谐运动,实验时在木板上留下图示的痕迹.图5(b)是两个沙摆在各自板上形成的曲线,若板 $N_1$ 和板 $N_2$ 匀速拉动的速度 $v_1$ 和 $v_2$ 的关系为 $v_2 = 2v_1$ ,则板 $N_1$ 和板 $N_2$ 上曲线所代表的振动周期 $T_1$ 和 $T_2$ 的关系为( )

- A.  $T_2 = T_1$                       B.  $T_2 = 2T_1$   
C.  $T_2 = 4T_1$                       D.  $T_2 = \frac{T_1}{4}$



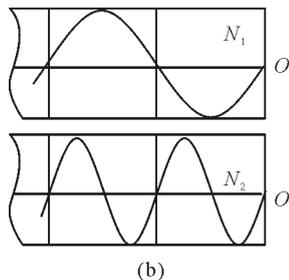


图5 沙摆

**分析:**由于  $v_2 = 2v_1$ , 那么下方的时间轴代表的时间是上方的一半, 可以假设下方时间轴最大处为  $2\text{ s}$ , 则上方是  $4\text{ s}$ , 即  $T_1$ , 下方  $T_2$  为  $1\text{ s}$ , 选 D.

## 2.6 示波器正弦图像的显示原理

示波器的扫描电路是一个锯齿波. 该锯齿波电压的频率连续可调. 锯齿波电压的作用是使示波管阴极发出的电子束在荧光屏上形成周期性的、与时间成正比的水平位移, 即形成时间基线, 所谓的时间基线, 即锯齿波作用下, 电压随时间变化, 在荧光屏上拉出一条匀速前进的扫描线, 理解为时间稳定推进. 这样, 加在垂直方向的被测信号按时间的变化波形就被展开在荧光屏上. 显像原理如图6所示.  $x$  轴位移随时间均匀展开,  $y$  轴随时间做正弦振动, 一起作用便看到一个正弦函数展开在屏幕上. 若  $x$  不加电压,  $y$  的亮点在  $y$  轴上反复移动, 形成在  $y$  轴上的亮线, 就像上面沙摆, 如果木板不被拉动, 沙子就落在一条直线上, 木板拉动, 就像  $x$  轴的扫描电压. 形成正弦图像.

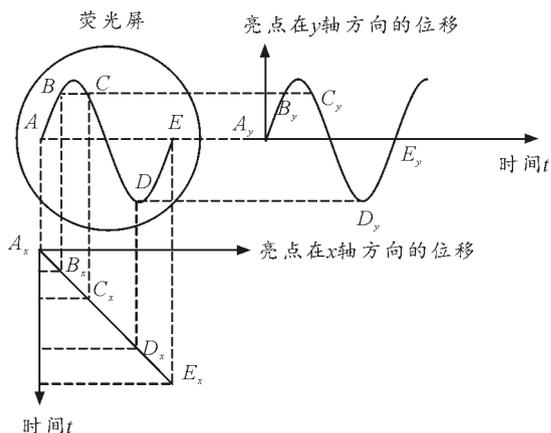


图6 示波器显像原理

只有小部分学生在完成高中学业后能正确理解示波器的工作原理. 要想理解示波器工作原理, 上面沙摆实验是一个很好的基础, 反过来说, 如果沙摆描述振动没有理解好, 示波器的工作图景是难以建立的.

## 3 时间观念的形成

在正确深层清楚理解时间这一概念的基础上, 能逐渐形成科学的时间观念. 时间表达了事物的生灭排列, 是无尽永前的. 人们对时间的认识不断在提升.

1956年国际计量大会上, 科学家以地球公转周期作为基准将秒定义为: 1900年1月1日12时起算的回归年的  $31\,556\,925.974\,7$  分之一. 随着原子钟的发展, 1967年第13届国际计量大会决定将秒的定义更改如下: “1秒是铯-133原子在基态下的两个超精细能级之间跃迁所对应的辐射的  $9\,192\,631\,770$  个周期的时间”.

秒作为基本单位, 要求越来越精细,  $1\text{ s}$  被不断细分:  $1\text{ s} = 10^3\text{ ms}$  (毫秒)  $= 10^6\text{ }\mu\text{s}$  (微秒)  $= 10^9\text{ ns}$  (纳秒)  $= 10^{12}\text{ ps}$  (皮秒)  $= 10^{15}\text{ fs}$  (飞秒)  $= 10^{18}\text{ as}$  (阿秒)……

## 4 时间观念的提升

高中教材安排了相对论一章, 它是对牛顿定律的修正和提升认识. 爱因斯坦在相对论中提出: 不能把时间、空间、物质三者分开解释, 时间与空间一起组成四维时空, 构成宇宙的基本结构. 时间与空间在测量上都不是绝对的. 质量产生的重力场将造成扭曲的时空结构. 相对论为人们认识世界开了一扇窗, 对传统时间概念的永恒流逝, 不受外界物体影响的认识提出了挑战, 扭曲的时空出现, 把时间、空间、质量运动关联起来, 是人类对于时间全新的理解. 时间、空间和物质是一体的, 它们共同构成时空. 时空是物质的时空, 能量的时空, 运动的时空.

时间是一个神奇的存在, 高中物理学习需正确理解时间概念. 有意识、有计划、有组织地开展教学, 如上所述, 从打点计时器, 到反应尺, 到负时间, 到沙摆, 到示波器, 依次推进, 层层深入, 周而复始, 才能正确领会时间概念, 进而形成科学的时间观念, 并以相对论促使学生展开思维翱翔的羽翼, 去寻求时空最深层的奥秘.

## 参考文献

- 1 叶卫国, 王翠红. 关于“负时间”物理意义探讨[J]. 物理教学探讨, 2010(7): 80
- 2 宋先艳. 类比分析法在高中物理“示波器”教学中的应用[J]. 物理教学, 2017(9): 27 ~ 28