

例谈“面积”概念在高中物理中的应用

吴 敏 芳

(宝鸡县天王高级中学 陕西 721305)

在中学物理解题方法中,图像法以其直观、简单独树一帜,颇受喜爱。图像法涉及的图线的斜率、图线与横轴所围的面积,因其具有特定的物理意义,更是经常用到。

一、图像中“面积”的物理意义

$v-t$ 图像

如图1所示,为一直线运动的 $v-t$ 图像,从图像上表明质点的速度随时间 t 而变化的情况。我们计算此直线运动中位移的数值。从 t 到 $t + \Delta t$, 在一段极短的时间 Δt 内, v 可视为不变,图中画有阴影的小面积就等于这段时间内的位移 $v \Delta t$, 这些简化的模型计算后,你会发现,3个面聚集的状态具有较小的表面积,即较小的表面能,故而稳定。值得一提的是,上面讲的都是有条件的,在一般的尺度下是能很好地成立的,可你要是拿一个放大镜去看,就会发现肥皂泡膜是有厚度的,而我们受力分析的对象并不存在,结论也就无从谈起。再进一步放大,我们更会发现,肥皂水在相连肥皂膜中是不断流动的,在相连处会有很高的不确定性,致使相连液柱在极小范围内不断抖动,没有确定的位置,更谈不上夹角。

可是在普通尺度下,我们所发现的规律还是能很好地成立的。这样,依据它我们就可以“创造”一些美丽的图形(如图6),细心一点,我们还可以在自己的吸管下吹出它们。

让我们有关肥皂泡的旅行就用这些美丽的图案画上句号吧。希望读者在读这篇小文章的同时,自己也随手吹几个肥皂泡,你一定会有自己的发现。而这里我要说的是,上面讲的,相对于肥皂泡所包含的内容而言,实在是太微不足道了,可是它们带给了我们怎样的惊奇,打开了一片怎样的未知世界。我们的世界不是缺少美,而是缺少发现美的眼睛。同

样,要计算从 t_1 到 t_2 这段时间内的位移,我们应把每一段极短时间内的位移,从 t_1 到 t_2 累加起来,就得 $\sum v \Delta t$ 。如果取 Δt 趋近于零,那么, $\sum v \Delta t$ 所趋近的极限值就等于 $v-t$ 图线下 t_1 与 t_2 两纵坐标之间的面积。由此可见,速度对时间的累积——位移,等于速度-时间图像下的面积。如果面积在横轴上方,则位移为正,在横轴下方,则位移为负,总位移为其代数和。

$F-t$ 图像

同理可知,力对时间的累积——冲量,等于力-时间图像下的面积。由牛顿第二定律 $F=ma$ 知,力与加速度成正比,故 $F-t$ 图像与 $a-t$ 图像表示的情况类似,加速度对时间的累积——速度增量,等于加速度-时间图像下的面积。

$F-s$ 图像

力对位移的累积——功,等于力-位移图像下的

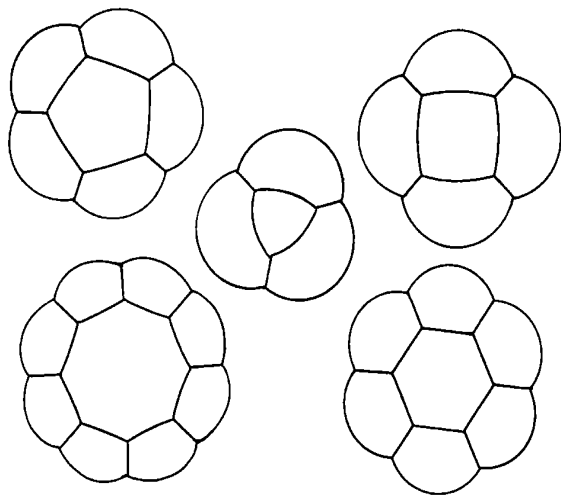


图 6

样,在我们的生活中,不是缺少新知,而是缺少发现新知的决心。

现在,我们似乎更能深刻体味到开尔芬爵士讲的那句话:“请吹一个肥皂泡并观察它,你简直可以终生对它进行研究而不断从中学到物理知识。”

面积(注意:此处仅指力与位移在同一直线上的情形)。

$p-V$ 图像

图2表示一气体状态变化的过程。现计算此气体膨胀(由状态I到状态II)过程中气体对外界做的功。从 V 到 $V+\Delta V$,在一个极小的体积变化 ΔV 内, p 可视为不变,图2中画有阴影的小面积就等于这个体积变化过程中气体对外界所做的功 $p\Delta V$ 。由状态I到状态II气体对外界所做的总功即为 $p-V$ 图线下 V_1 与 V_2 两纵坐标之间的面积。当气体压缩时(即由状态II到状态I),上述面积表示外界对气体所做的功。

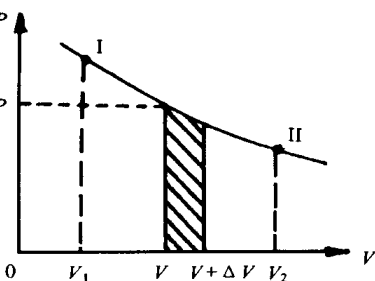


图 2

二、“面积”的应用

例1 棒球质量为 0.14kg ,用棒击棒球的力随时间的变化如图3所示,设棒被击前后速度增量大小为 70m/s ,求力的最大值(打击时不计重力)。

分析:此题考查学生对动量定理的应用,由于棒击棒球的力不是恒力,故涉及到变力的冲量,由前面分析知道,可应用“面积”概念求解。

解答:棒击棒球的力的冲量 I 等于 $F-t$ 关系图线中三角形 OAB 面积的值。

$$I = S_{\triangle OAB}$$

$$= F_{\max} t/2, \text{ 动量的增量为:}$$

$$\Delta P = m \Delta v,$$

根据动量

定理: $\Delta P = I,$

$$\text{故 } F_{\max} = 2m \Delta v / t = 245\text{N}$$

例2 图4表示一定质量的理想气体沿 $p-V$ 图像所示的方向发生变化,其中曲线 ADB 是以 p 轴、 V 轴为渐近线的双曲线的一部分,则

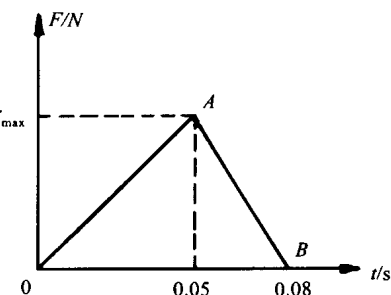


图 3

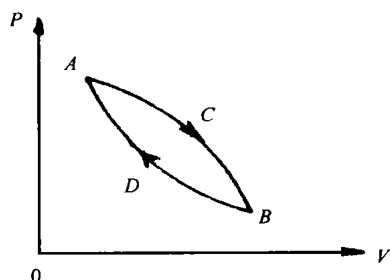


图 4

A. 气体由 A 变到 B ,一定是吸热的;

B. 气体由 B 变到 A ,一定是吸热的;

C. 气体由 A 变到 B 再变到 A ,吸热多于放热;

D. 气体由 A 变到 B 再变到 A ,放热多于吸热。

解析:气体由 A 经 C 变到 B 的过程中, $V_B > V_A$,气体膨胀,对外做功。由 $T_A = T_B$ 可知气体内能不变,对外做功所需能量只能通过吸热补充。同理,由 B 经 D 变到 A 的等温压缩过程,一定放热。应选 A 。

本题难点在于 C 、 D 两项中吸热放热量值比较。由图像中可以看出,气体初末状态 A 、 B 一定,但经过路径不同,对外做功的大小与气体压强 p 及体积增量 ΔV 有关。由于压强非均匀变化,故可用 $p-V$ 图与 p 轴、 V 轴所围成的面积大小来定性比较做功的大小。显然 $S_{ACB} > S_{BDA}$ 。应选 C 。

“面积”法既适用于恒量的累积,也适用于变量的累积。鉴于恒量的累积有公式可用,故“面积”法在解变量累积时方能显示其优越性。

探索宇宙大爆炸——美天文

科苑快讯

学家发现重要证据

美国国家宇航局的一颗人

造卫星日前发现了一个有关伽玛射线脉冲形成机制的重要线索,这可能是迄今为止天文学家们发现的最重要的证据之一,它有可能揭示宇宙大爆炸的秘密。

美国国家宇航局的Reuven Ramaty高能太阳分光镜成像卫星(RHESSI)本来是用于研究太阳耀斑的,然而2002年12月6日它在拍摄太阳耀斑照片时竟意外地在横跨太阳边缘的背景区域捕捉到了一个极强的伽玛射线脉冲,首次提示出伽玛射线脉冲的偏振现象。这一发现表明磁场有可能是伽玛射线爆发的背后因素。

太阳耀斑是太阳大气中的剧烈爆炸,通常由电磁能量的突然释放导致,伽玛射线脉冲则是伽玛射线的随机爆发,大约每天一次,其亮度约为太阳的百万万亿倍。以前的观察显示,伽玛射线脉冲有可能是一些特别的星体,如超新星,爆发时产生的,但并非所有的超新星爆发都能产生伽玛射线脉冲,因此伽玛射线脉冲的原理一直未能弄清。伽玛射线脉冲是整个宇宙中最为壮观的爆炸,因此它对于研究宇宙的形成具有非凡的意义。此次的发现对于研究伽玛射线脉冲的形成原理具有重要意义,这项研究成果已经发表在5月22日出版的《自然》杂志上。