

高考物理中的估算题赏析

程 嗣^① 屈 珉 金靖明

(宜昌市二中 湖北 443000)

估算是近几年新高考中的热点题型。它的特点是不追求数据的精确而强调方法科学,重“理”不重“数”。与其相对应的解题方法则称之为估算法。估算法是利用物理概念、规律、物理常数和常识对物理量的数量级进行快速计算和取值范围合理估测的方法。估算法是一种科学的近似计算,它不仅是一种常用的解题方法和思维方法,而且是一种重要的科学研究方法。1945年7月16日晚,意大利美籍物理学家费米就是利用了估算法,简单、巧妙、成功地估测了世界上第一颗原子弹的爆炸威力,其估算值与实测结果非常接近,使不少科学家为费米简单的科学估算思维和方法所折服。这一事例表明,估算更是人类解决实际问题的重要方法。

从近几年高考理科综合题分析来看,估算题大致可分为模型估算、常数估算、天体估算、合理近似估算、日常生活估算。其中天体估算所占比重最大,几乎年年都有。解答估算题的基本思路是:首先从所给的信息题中捕捉本质有效信息,排除干扰信息,正确、灵活运用恰当的物理知识构建科学合理的物理简化模型;其二是从中挖掘题中的隐含条件,寻找估算的依据,并创造物理情景;其三是运用所学数学有关公式,并借助于物理常数及日常生活常识,简化求解过程和计算难度;最后是科学处理数据,得出相应合理的结论,进而得到满足实际需要的结果。下面将近几年来的高考估算题分类归纳、解析如下,以飨读者。

一、模型估算类

所谓模型估算类,是指这种估算题要求我们在求解过程中,首先在仔细审题的基础上,将其简化成常用的物理模型。将研究对象进行科学抽象和具体化,特别是对理科综合题,在建模过程中,要把生物、化学中的术语、条件、场景转化成物理中概念、规律、模型,且在转化过程中需要一定的近似。这样,才能达到我们的目的。

例 1(1998 年上海高考题)

^① 湖北省特级教师,省 2151 工程学术带头人,宜昌市首批学科带头人。

人的心脏每跳一次约输送 $8 \times 10^{-5} \text{m}^3$ 的血液,正常人的血压(可看做心脏压送血液的压强)的平均值约为 $1.5 \times 10^4 \text{Pa}$,心跳每分钟 70 次,据此估测心脏工作的平均功率。

分析和解答:这是一道生物、物理结合的理科综合题。此题属于典型的模型估算类型。我们可以将其心脏在压送血液做功时,简化为液体推动活塞做功模型。进而类似于气缸中气体作等压膨胀推动活塞对外做功的过程。这样便可很快估测心脏的功率。

$$\left. \begin{array}{l} \text{根据 } P = W/t \\ \text{而 } W = F \cdot \Delta L \\ F = p \cdot S \end{array} \right\} \Rightarrow P = \frac{pS\Delta L}{t}$$

$$\text{即 } P = p \Delta V/t$$

将已知条件代入上式中得: $P = 1.4 \text{W}$

评析:此题注重考查考生能否利用所学的物理知识和掌握的物理研究方法,将其情形转化成气缸模型,这是命题人的独具匠心,也是解答此题的关键。将实际问题形象化、模型化。这是学生学好物理的重要方法,也是高考常考查的重点。

例 2(2000 年春季高考试题)

地核的体积是整个地球体积的 16%,地核的质量约为地球质量的 34%,经估算,地核的平均密度为多少?(结果取两位有效数字)

分析和解答:此题可从两种角度去考虑。一是将质量为 M 的物体放在两极点,对物体和地球,则有

$$GMm/R^2 = mg \quad \text{①}$$

$$\text{再由密度公式 } \rho = M/V \quad \text{②}$$

$$V = 4\pi R^3/3; \quad \text{③}$$

$$\text{联立 ①②③ 式得 } \rho = 3g/4\pi RG = 5.6 \times 10^3 \text{kg/m}^3$$

$$\text{设地核的密度为 } \rho' = \frac{0.34M}{0.16V} = \frac{17}{8} \rho = 1.2 \times 10^4 \text{kg/m}^3$$

二是将第一宇宙速度作为已知量,从而先求出 M ,后根据题意求 ρ

$$GMm/R^2 = mv_1^2/R \quad \text{④}$$

$$v_1 = \sqrt{Rg} = 7.9 \times 10^3 \text{ m/s} \quad (2)$$

$$\rho = M/V \quad (3)$$

$$V = 4\pi R^3/3 \quad (4)$$

根据题意并联立①②③④可得 $\rho = 1.2 \times 10^4 \text{ kg/m}^3$ 。

评析: 解答此题应首先在头脑中建立一个地核模型, 从两种不同的角度去思考、分析。一种是从万有引力等于物体重力的角度去考虑; 另一种是从人造卫星的角度去考虑。再辅之数学中的球体积公式和密度公式, 便不难求得结果。

二、常数估算类

所谓常数估算类, 是指这种估算题文字简洁, 题中的显性已知量很少, 待求量与已知量之间的联系非常隐蔽, 这就要求思维具有开放性。解题时需利用一些物理常量或常识, 使已知条件与所求量发生联系, 从隐性变为显性。在不影响估算结果准确程度的前提下, 为了简化计算过程, 适当记忆一些量值, 往往对我们解题有好处。

例 3(1997 年全国高考题)

已知地球半径约为 $6.4 \times 10^6 \text{ m}$, 又知月球绕地球运动可近似看做匀速圆周运动, 则可估算出月球到地心的距离为 _____ m(结果只保留一位有效数字。)

分析和解答: 初一看此题总觉无法下手, 但继续往下思考, 便会使隐含条件显现为已知条件: 首先是月球绕地球做匀速圆周运动, 向心力的来源是万有引力, 其次是将月球绕地球运动的周期 $T = 30 \text{ 天} = 2.6 \times 10^6 \text{ s}$ 作为已知条件, 另外, 对于天体运动, 学生一般均都可知常数的相互代换, 这样就很容易将其结果估算出来。

由题中可知: 月球绕地球运动可近似的看做匀速圆周运动, 其向心力由万有引力提供, 设地球的质量为 M 、月球的质量为 m 、轨道半径(即月地距离)为 r 、旋转周期为 T 、则由牛顿第二定律

$$GMm/r^2 = m\omega^2 r \quad (1)$$

$$\text{而} \quad \omega = 2\pi/T \quad (2)$$

联立①②可得

$$GM/r^3 = 4\pi^2/T^2 \quad (3)$$

设想将月球放至地球表面的极点位置, 其地球对月球的万有引力等于月球的重力。设地球半径为 R , 则有

$$GMm/R^2 = mg \Rightarrow GM = gR^2$$

可解得:

$$r = \sqrt[3]{gR^2 T^2 / 4\pi^2} \approx 4 \times 10^8 \text{ (m)}。$$

评析: 此题在解答中有 3 处可能卡壳。其一是题中地球质量 M 和万有引力恒量 GM 代换成 gR^2 , 这是一个关键。其二就是月球绕地球做匀速圆周运动的周期, 有很多考生不知, 造成缺憾。其三通常会开平方, 而不会开立方, 其实开方也涉及到估算能力。此题考查学生万有引力定律, 圆周运动和一些常识问题, 同时考查学生的近似运算能力。另外, 也还可借助初中或高中的知识记忆对此题作出最简估算: 我们知道, 从地球发射电磁波信号经月球表面反射后返回地球所需时间约为 2.56 秒, 由此便可快捷估算出月地间距: $S = ct = 3.8 \times 10^8 \text{ (m)}$ 。

三、天体估算类

所谓天体估算类, 是指这种估算题的信息来自于恒星、行星、卫星或其他天体, 并通过我们所学的匀速圆周运动、万有引力、质能方程以及结合数学知识和物理常识来求解。这种题型最大的特点是信息量大、新知识多、覆盖面广、综合性强、求解过程较为复杂, 主要用来考查考生思维的开放性和严密性, 往往作为高考压轴题。求解该类估算题时, 我们应从中提取有关信息和资料, 综合已学过的有关知识, 确定解题途径。

例 4(2000 年上海高考试题)

若不考虑物体表面性质对辐射与吸收的影响, 我们定义一种理想的物体, 它能 100% 吸收入射到其表面的电磁辐射, 这样的物体称为黑体。单位时间内从黑体表面单位面积辐射的电磁波的总能量与黑体绝对温度的 4 次方成正比; 即 $P_0 = \sigma T^4$, 其中常量 $\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K}^4)$ 。

在下面的问题中, 把研究对象都简单地看做黑体。有关数据及数学公式: 太阳半径 $R_s = 6.96 \times 10^5 \text{ km}$, 太阳表面温度 $T = 5770 \text{ K}$, 火星半径 $r = 3.395 \times 10^3 \text{ km}$, 球面积公式 $S = 4\pi R^2$, 其中 R 为半径。

(1) 每小时从太阳表面辐射的总能量。

(2) 火星受到来自太阳的辐射可以认为垂直射到面积为 πr^2 (r 为火星半径) 的圆盘上。已知太阳到火星的距离约为太阳半径的 400 倍, 忽略其他天体及宇宙空间的辐射, 试估算火星的平均温度。

分析和解答: 读完整个考题, 给人的初步感觉是信息量大, 文字和公式交待清楚, 且向考生传达了书本上没有的科技信息, 使人感到命题人的思想超前, 让考生有一种全新的感觉。数学和物理的结合是求解此题的切入点。应注意, 太阳辐射能量是以太阳为球心的球面向前推进的。

(1) 每小时从太阳表面辐射的总能量为

$$E_{\text{总}} = 4\pi R_s^2 \sigma T^4 \quad \text{①}$$

将已知条件代入上式得 $E_{\text{总}} = 1.376 \times 10^{30} \text{ (J)}$

(2) 设火星表面温度为 T , 太阳到火星的距离为 d , 火星单位时间内吸收来自太阳辐射能量

$$E_{\text{吸}} = \frac{4\pi R_s^2 \sigma T^4 \pi r^2}{4\pi d^2} = \frac{E_{\text{总}}}{ts} \quad \text{②}$$

将 $d = 400R_s$ 代入上式,

$$E_{\text{吸}} = \pi \sigma T^4 r^2 / 400^2 \quad \text{③}$$

火星单位时间内向外辐射电磁波能量为

$$E_{\text{辐}} = 4\pi r^2 \sigma T'^4$$

当火星处在平衡态时, $P_{\text{辐}} = P_{\text{吸}}$, 由上式可知火星平均温度 $T' = T / \sqrt{800}$, 故 $T = 204\text{K}$ 。

评析: 此题在整个思考、分析求解的过程中, 要充分利利用题目中所给的条件构建出太阳的辐射模型, 并作出示意图, 从中挖掘其隐含条件。只有当火星处在平衡态时, 即火星单位时间内吸收来自太阳的辐射能量与火星单位时间内向外辐射电磁波能量相等时, 才能求得火星的平均温度, 这是解答此题的关键和切入点。我们认为, 此题的确不愧为高考中的优秀压轴题。

例 5(2001 年全国高考题)

太阳现在处于主序星演化阶段。它主要由电子和 ${}^1_1\text{H}$ 、 ${}^4_2\text{He}$ 等原子核组成, 维持太阳辐射的是它内部的核聚变反应, 反应方程是 $2e + 4{}^1_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He}$ 释放的核能。这些核能最后转化为辐射能。根据目前关于恒量演化理论, 若由于聚变反应而使太阳中的 ${}^1_1\text{H}$ 核数目从现有数减少 10%, 太阳将离开主序星阶段而转入红巨星的演化阶段。为了简化, 假定目前太阳全部由电子和 ${}^1_1\text{H}$ 组成。

(1) 为了研究太阳演化进程, 需知道目前太阳的质量 M 。已知地球半径 $R = 6.4 \times 10^6 \text{m}$, 地球质量 $m = 6.0 \times 10^{24} \text{kg}$, 日地中心的距离 $r = 1.5 \times 10^{11} \text{m}$, 地球表面处的重力加速度 $g = 10 \text{m/s}^2$ 。一年约为 3.2×10^7 秒, 试估算目前太阳的质量 M 。

(2) 已知质子质量 $m_p = 1.6726 \times 10^{-27} \text{kg}$, ${}^4_2\text{He}$ 质量 $m_a = 6.6458 \times 10^{-27} \text{kg}$, 电子质量 $m_e = 0.9 \times 10^{-30} \text{kg}$, 光速 $c = 3 \times 10^8 \text{m/s}$ 。求每发生一次题中所述的核聚变反应所释放的核能。

(3) 又已知地球上与太阳光垂直的每平方米截面上, 每秒通过的太阳辐射能 $E_s = 1.35 \times 10^3 \text{W/m}^2$, 试估算太阳继续保持在主序星阶段还有多少年的寿命。(估算结果只要求一位有效数字)。

分析和解答: 此题是一道常数估算和天体估算

的综合题。

(1) 估算太阳的质量 M 。

设 T 为地球绕日心运动的周期, 则由万有引力定律和牛顿第二定律可得

$$GMm/r^2 = m r (2\pi/T)^2 \quad \text{①}$$

地球表面处的重力加速度

$$g = Gm/R^2 \quad \text{②}$$

联立①②得, $M = m(2\pi/T)^2 r^3 / R^2 g$ ③

将题中所给条件代入上式, 可知 $M = 2 \times 10^{30} \text{kg}$

(2) 根据质量亏损和爱因斯坦质能方程, 该核反应每发生一次释放的核能为 ΔE

$$\therefore \Delta E = \Delta mc^2 \quad \text{④}$$

而 $\Delta m = \Sigma m_{\text{前}} - \Sigma m_{\text{后}}$

$$\therefore \Delta E = (4m_p + 2m_e - m_a) c^2 \quad \text{⑤}$$

代入数值, 解得 $\Delta E = 4.2 \times 10^{-12} \text{J}$ ⑥

(3) 根据题给假定, 在太阳继续保持在主序星阶段的时间内, 发生题中所述的核聚变反应的次数为

$$N = M / 4m_p \times 10\%, \quad \text{⑦}$$

因此, 太阳总共辐射出的能量为

$$E = N \cdot \Delta E \quad \text{⑧}$$

设太阳辐射是各向同性的, 则每秒内太阳向外放出的辐射能为 $\varepsilon = 4\pi r^2 \cdot E_s$ ⑨

所以太阳继续保持在主序星的时间为

$$t = E / \varepsilon \quad \text{⑩}$$

由以上 ⑤⑦⑧⑨⑩各式解得

$$t = \frac{0.1M(4m_p + 2m_e - m_a)c^2}{4m_p \times 4\pi r^2 E_s}$$

将题中所给已知条件和太阳质量, 代入上式, 并以年为单位, 可得 $t = 100$ 亿年。

评析: 此题第(1)(2)问较简单, 属于常数估算类, 其第(3)问应首先在头脑中建立太阳始终在不断进行热核聚变, 只有根据题中的假设, 求出太阳继续保持在主星序阶段时间内, 发生题中所述的核聚变次数, 才能算出太阳辐射的总能量, 从而求得太阳继续保持在主序星阶段的时间。这种题型能很好地考查和反映考生的创新思维意识, 是我国高考命题的方向。

例 6(2001 年上海高考题)

(1) 1791 年, 米被定义为: 在经过巴黎的子午线上, 取从赤道到北极长度的一千万分之一, 请由此估算地球的半径 R (保留两位有效数字)。

(2) 太阳与地球的距离为 $1.5 \times 10^{11} \text{m}$, 太阳光以平行光束入射到地面。地球表面 $2/3$ 的面积被水

面所覆盖, 太阳在一年中辐射到地球表面水面部分的总能量 $E_{\text{总}} \approx 1.87 \times 10^{24} \text{J}$ 。设水面对太阳辐射的平均反射率为 7%, 而且将吸收到的 35% 能量重新辐射出去。太阳辐射可将水面的水蒸发(设在常温、常压下蒸发 1kg 水需要 $2.2 \times 10^6 \text{J}$ 的能量), 而后凝结成雨滴降落到地面。估算整个地球表面的年平均降雨量(以毫米表示, 球面积为 $4\pi R^2$)

分析和解答: 由题意可知 $2\pi R/4 = 1.00 \times 10^7$, 故 $R = 2 \times 10^7 / \pi = 6.37 \times 10^6 \text{(m)}$; 由题意可知, 太阳在一年中辐射到地球水面部分的总能量为 $E_{\text{总}} = 1.87 \times 10^{24} \text{J}$, 凝结成雨滴年降到地面水的总质量为 m , 则 $m = E_{\text{总}}(1 - 7\%)(1 - 35\%) / 2.2 \times 10^6 = 5.14 \times 10^{17} \text{kg}$ 使地球表面覆盖一层水的厚度为 h , 则 $h = m / \rho \cdot s_{\text{地球}}$ 而 $s_{\text{地球}} = 4\pi R^2$, 故 $h = 1.01 \times 10^3 \text{mm}$

评析: 解答此题的关键是从题中收集有用的信息, 再根据题意将物理问题细化, 并和数学地理知识有机地结合在一起, 进而估算出整个地球表面的年平均降雨量。

这 3 道题均是以太阳辐射为背景, 考查考生的估算能力。但很多考生却由于没能构建出太阳的辐射球面模型, 从而陷入困境。

四、合理近似估算类

所谓合理近似估算类, 是指这种类型的题目有一个共同的特点, 就是文字叙述详略得当, 待求量与已知量之间的联系较为显现, 有一定的规律可循。解答该类型题要充分利用所学的物理公式, 探求宏观和微观所架桥梁的物理量, 借助数学近似公式和常量、常识作出科学的判断, 不光要考虑情景转换, 同时还需从不同角度认识其本质, 采用近似计算使问题更简化。这类题型一般在热学、物理光学、原子核物理中体现。

例 7(1992 年全国高考试题)

已知每秒钟从太阳射到地球的垂直于太阳光的每平方米截面上辐射能为 $1.4 \times 10^3 \text{J}$ 。其中可见光部分占 45%, 假如认为可见光的波长均为 $0.55 \mu\text{m}$, 太阳向各个方向的辐射是均匀的, 日地间的距离 $R = 1.5 \times 10^{11} \text{m}$, 普朗克常数 $h = 6.6 \times 10^{-34} \text{J} \cdot \text{s}$, 由此可估算出太阳每秒钟辐射出可见光的光子数约为 ____。(只要求保留二位有效数字)

分析和解答: 此题是物理光学中的常见题型。由题中可知, 太阳向各个方向辐射能量, 实质上是以太阳为球心的球面向前推进。因此太阳每秒钟辐射的能量为 $E = 4\pi R^2 \times 1.4 \times 10^3$ ①

由题意可知 $45\%E = n \cdot hc / \lambda$ ②

则 $n = 45\%E \cdot \lambda / hc = 4.9 \times 10^{44}$ 个

评析: 解答此题的关键是对题目的理解并与数学知识联系在一起, 再根据计算光子的能量公式 $E = n \cdot hc / \lambda$, 便可求得正确的答案。

五、日常生活估算类

所谓日常生活估算类, 是指这类估算题来源于我们日常生活中已有的经验, 所给的信息将日常生活紧密地联系在一起。该类估算题不仅隐含着一定的条件, 而且大多贴近生活原形, 在一定程度上能够提高考生解决实际问题的能力。在求解这类问题时, 我们要借助生活中已有的结论和知识, 抓住物理实质, 建立相关的物理模型, 提取科学并符合实际经验的数据进行估算。

例 8(2000 年上海高考试题)

一架飞机水平匀速地在某同学头顶飞过, 当他听到飞机的发动机声从头顶正上方传来时, 发现飞机在他前上方约与地面成 60° 角方向上, 据此估算出飞机的速度约为声速的多少倍。

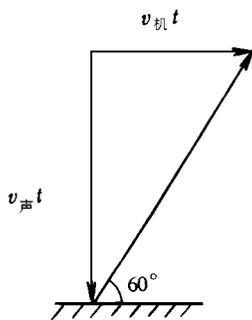


图 1

分析和解答: 从此题所给的信息来看, 已知条件非常隐蔽, 使人感到无从下手, 但只要考生在理解题意基础上, 完整作出如图 1 所示的位移示意图后, 便能得出飞机速度与声音速度的比值。

$$v_{\text{机}} / v_{\text{声}} = v_{\text{机}} / v_{\text{声}} = \tan 30^\circ = \sqrt{3} / 3,$$

所以

$$v_{\text{机}} / v_{\text{声}} = 0.58.$$

评析: 此题巧借矢量图和三角函数, 便能很快求得飞机和速度和声速的关系。尽管此题看上去似乎无解, 但仔细思考感觉该题较易, 的确是一道优秀试题, 让人获益不少。

例 9(1999 年上海高考试题)

某同学身高 1.8m, 在运动会上他参加跳高比赛。起跳后, 身体横着越过了 1.8m 高度的横杆。据此可估算出他起跳时竖直向上的速度大约为多少? ($g = 10 \text{m/s}^2$)

分析和解答: 跳高是我们很熟悉的体育运动项目。该题要求考生用所学的物理知识去解决发生在日常生活中的问题。首先应将生活情景转化成物理模型, 同时将人视为质点, 并找到此人在跳过 1.8m 高度时, 此人重心只上升了 0.9m。再利用竖直上抛运动公式或机械能守恒定律便可求得。

(上接第 70 页)

的网络。概念在理论的形成、发展和完善的过程中具有不可或缺的重要作用。物理理论也是一种独特的语言系统,我们正是以物理理论为媒介才能达到更好地认识自然和改造自然的目的。康德认为范畴或概念是先天存在的,是固定不变的。爱因斯坦认为概念是人的思维自由发明出来的,且与经验资料有关。我认为既然语词是关于人的内在世界和外在世界中某种东西的简约表示,当然是人脑的一种发明、创造和约定。现代意义上的科学仅是人类文明进步到一定阶段的产物。因此关于科学的概念不再是一种完全“自由”的发明创造,而是这种发明创造受到当时文化传统的制约,是当时语言系统衍生的产物。日常生活中的语词为了表达和传递信息经济性和方便性特点而具有多义性、模糊性的特性,语词的意义随着语言环境的不同而在不断地变化。现在知道物理理论是针对物理世界某一层某一部分的特定研究领域的。物理理论中的概念不管经历多

长的演绎路径最终都得反映该领域的本质属性,概念间的关系最终得反映经验资料之间的联系和关系。因此要求概念在特定的物理理论中应有准确性、明晰性和无歧义性,也就是要有确定的意义。此种概念的确定意义是在该理论的产生、发展和完善的过程中必然形成的。

综上所述,要有合适的物理理论体系,必须先得构造出合适的概念体系,该概念体系给我们构造出恰当的物理实在的图像,再结合数学的方法构造出逻辑上统一的物理理论体系,概念成为理论表述不可缺少的一部分,同时概念取得了明确的意义,也通过逻辑推理过程建立了理论体系同外在世界的关系,也就是建立了概念与经验资料间的关系。从而使物理理论成为卓有成效的认识世界和改造世界的工具。由此可见概念体系在物理理论的形成、发展和完善过程中具有基础的地位和极为重要的作用。

(上接第 60 页)

由 $H = v_0^2/2g \Rightarrow v_0 = \sqrt{2gH} \approx 4m/s$

评析:此题主要用来考查考生掌握竖直上抛运动知识和重心上移的情况,考核考生把实际问题转化为物理模型并进行物理计算的能力。此题尽管较易,但很多考生易错,关键是重心上升的距离。

例 10(1994 年上海高考题)

跳绳是一种健身运动。设某运动员的质量为 50kg,他一分钟跳绳 180 次。假定在每次跳跃中,脚与地面的接触时间占跳跃一次所需的时间的 2/5,估测出该运动员跳绳时克服重力做功的平均功率。(g = 10m/s²)。

分析和解答:这是一道典型的与人实际生活相关的高考估算题。此题可简化为一个竖直上抛运动的模型,再由功和功率公式求得运动员跳绳时克服重力做功的平均功率。

由于跳一次的时间是 $t_0 = 1/3(s)$ 人跳离地面做竖直上抛运动,根据题意到最高点时间为 $t = 0.1(s)$ 此过程中克服重力做功, $W = mg(gt^2/2) = 25W$ 即跳绳时克服重力做功的平均功率 $\bar{P} = W/t_0 = 75W$ 。

评析:此题所述是人们的日常生活中的趣事,给考生一种亲近感。命题人巧借“跳绳”这一项目,考查考生能否利用物理知识来估算平均功率,以达到思维转换和知识迁移的目的。此题立意较新,与生

活实际结合紧密,是一道既考方法又考能力的试题。

通过对上述 5 种估算题的归类、分析、求解、评析,使我们深深感到:估算是人类解决实际问题的重要方法,灵活运用物理知识对具体问题进行合理估算是考生科学素质和学习潜能的重要体现。估算的过程需要人从感知的信息提炼出本质有效的信息,把复杂的实际过程简化和纯化为理想模型和理想过程,也是对知识全新整合的过程。因而,估算对培养学生思维的敏捷性、简洁性、开放性和严密性有着不可低估的作用。特别是在理科综合高考物理总复习过程中,加强对估算题型的训练,培养学生正确运用近似处理的思想方法,提高解决实际问题的能力,是十分必要和有益的,也是我们每一位物理教师所关注和提倡的。

封底照片说明

被人们誉为“轮椅上的爱因斯坦”的著名科学家史蒂夫·霍金认为,整个宇宙是由一个 4 维果壳形状的泡泡演化来的,而果壳上的褶皱(量子扰动)在演化过程中产生了今天宇宙的所有结构。“果壳中的宇宙”出自英国戏剧大师莎士比亚的名著《哈姆莱特》中剧中主人公哈姆莱特的一句台词:即使把他禁闭在果壳里,他也仍然是无限空间之王。

(李博文)