

电子图书



信息技术的结晶

人类文明的载体

网络的基本资源

中学物理通用教案设计精编之三

“高级弹簧模型”习题教案设计

不少学生虽然做对了某题答案，但对该题所用的概念和规律未必真正掌握。教师若能对症质疑，把问题暴露出来，激发学生进入主动积极状态，引导学生的思维向纵深发展，通过师生讨论辨析，定会有助于学生深入理解所学物理知识并获得相应能力。练传统题的一次习题课竟建立了一个新的高级弹簧模型。

题目：总质量为 500 千克的船上一个人手持绳子的一端，绳子的另一端拴在岸边的树上，从船静止开始，人用 100 牛顿的水平力拉绳，不计水的阻力，求此人在前 4 秒内做的功和在第 4 秒末的功率；如果绳的另一端不是拴在树上而是拴在另一只质量为 400 千克的船上，上述答案应怎样改变？

教师：请先求第一种情况下人在前 4 秒内做的功。（指定一学生）

学生：（顺利地逐步板演）

$$W = F \cdot S \cdot \cos\alpha = F \cdot \frac{1}{2} \frac{F^2}{M} t^2$$
$$= \frac{1}{2} \times \frac{100^2}{500} \times 4^2 \text{ 焦耳} = 160 \text{ 焦耳。}$$

教师：160 焦耳是哪个力对哪个物体做的功？

学生：是人的拉力对船做的功。

教师：从算式上看，F 的大小是用了人的拉力；M 用 500 千克，S 是人和船的位移。当人用力拉绳时，绳和拴绳的树位移为零，人拉绳的力做功应为零。为什么将人拉绳的 100 牛顿的力用于拉人和船？

学生：绳拉人船的力和人拉绳的力是作用与反作用，所以绳拉人船的力也是 100 牛顿。

教师：如此说来是绳的拉力对人和船做了功？手拉绳和绳拉手的两个力分别作用在绳和手上，但手与绳接触点的空间位置坐标是一个，此点位移是零，绳对人拉力的功亦为零。那么，究竟什么力做的功呢？

学生：好像是人对船的静摩擦力做功。

教师：题目所问人做的功是指人对船的静摩擦力的功吗？此力与人拉绳的力有何关系？

学生：可能是。这两个力相等。因为绳拉人的力等于船对人的静摩擦力，所以人对船的静摩擦力也等于绳拉人的力，当然人对船的静摩擦力等于人拉绳的力，都是 100 牛顿。

教师：这三步推理的前提显然是人做匀速直线运动。注意题目条件：不计水的阻力。船和人的运动不是匀速直线运动而是匀变速直线运动。

学生：功的计算式不好用。直接算人和船获得的动能，其数值就是人做功的数值。

学生：还可以用动量定理理解出人和船的速度，也不用列功的计算式。

教师：解题途径遇到障碍，有必要及时转变思路和方法。但求动能、解

速度仍然需要搞清作用在人和船上的力。这个力，使人船产生加速度、发生位移；对人船有冲量，改变人船的动量；对人船做功，改变人船的动能。这三个途径是统一的。感到功的计算式直接不好用，难道这一具体情景与功的算式相悖吗？

学生：（陷入思索）

教师：问题应从受力分析上解决。受力分析是对受力物体进行的。某物体受到两个方向相反的力是矛盾，物体与物体间的作用与反作用也是矛盾。让我们从选择研究对象开始来揭示这一过程中的矛盾。该分析哪几个物体呢？

学生：人、船、绳、树、岸。

教师：从表面上看很容易选这些自然实物。注意选取的对象将按质点模型处理，想一想选取的原则。

学生：不能使探讨的力成为内力，人和绳需要隔离。相对静止而连在一起的不同物体可视为一个整体，例如绳、树和岸就是，人和船也是。

教师：让我们回到实际生活，想象一下站在船上的人拉绳靠岸的细节。假如你正在观察这一过程。

学生：（积极思维、议论，甚至做动作）

教师：从远处看——

学生：人和船逐渐向岸靠近，连接手和树之间的绳长一段一段地缩短。

教师：从近处看——

学生：手的握绳点一次又一次在绳上向树方向转移，人的两只胳膊交替着一下一下有节奏地先伸展后收缩运动。

教师：把我们的特写镜头瞄准胳膊。胳膊是最活跃的因素。胳膊与人体相比，有它自己位移的特殊性。在胳膊每一次伸展收缩运动中，除上臂与肩的连接点与人体位移一致外，自此连接点以下，一直到手的各点位移都不同，手的位移是零，与绳一致。不能因为胳膊长在人身上就非和人船放在一起研究不可。正因为把胳膊混在人体上，掩盖了主要矛盾，才导致受力分析不明确，功的计算说不清。胳膊是关键的研究对象，胳膊的一次伸展收缩运动是应重点分析的物理过程。胳膊显然不能用常规的质点模型来代替，能否建立一个新的模型呢？

学生：（思考）

教师：胳膊，从与人肩相连的上臂到与绳相连的手，能长能短，一伸一缩像个什么？

学生：弹簧。

教师：想想，怎样将胳膊与弹簧模型联系起来呢？

学生：胳膊弯曲到手与肩距离最近时，不能再拉绳，也不受外力，相当于弹簧处于自然状态。只要胳膊在伸展中，都相当于弹簧有形变能对外施拉力。

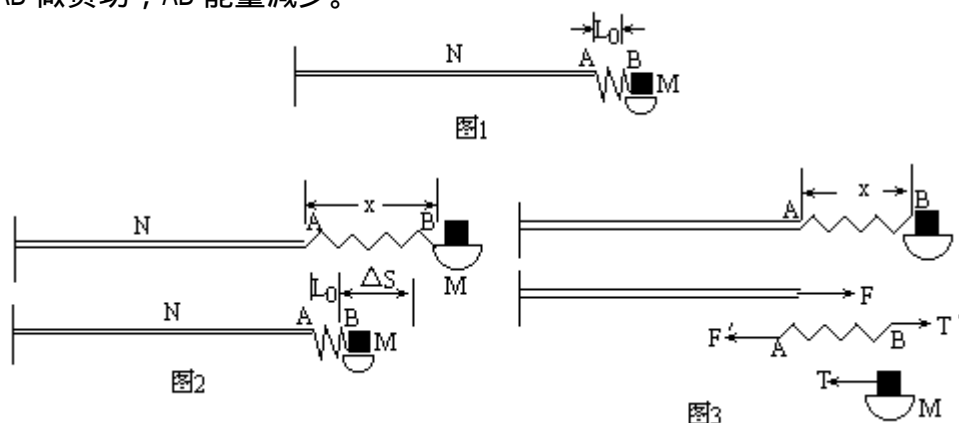
教师：常见弹簧有一倔强系数 k ，弹力与形变成正比。胳膊如何对外施加恒力呢？

学生：胳膊这一弹簧模型是由人脑控制的骨骼肌肉组成的。它可以随时变更倔强系数，形变大时 k 小，形变小时 k 大。它是弹力恒定的高级弹簧。

教师：如何考虑胳膊——弹簧的质量呢？

学生：平常尽说轻弹簧。胳膊的质量与人体和船的总质量相比可以忽略，因此胳膊也是轻弹簧模型。

教师：现在用弹簧模型代替胳膊，试 M 为人和船， AB 为弹簧， N 为绳和树。如图 1。请试一试模型在分析力和说明功的计算中灵不灵。学生：每一次 AB 从伸展达最大长度 l 起至恢复到原长 L_0 以前的小过程中（图 2）， AB 对 N 的拉力为 F ， N 对 AB 的拉力为 F' ， M 对 AB 的拉力为 T' ， AB 对 M 的拉力为 T （图 3）由牛顿第三定律及轻弹簧两端受力相等可知， F 、 F' 、 T' 、 T 四个力的大小均相等。若人拉绳的力 $F=100$ 牛顿，则人体和船受的拉力 T 也是 100 牛顿。 M 在拉力 T 作用下发生与力 T 方向一致的位移 $S=L-L_0$ ，在全过程中 $S=\Delta S$ 。力 T 对 M 做正功， M 动能增。而 F 对 N 的功和 F' 对 AB 的功，皆因作用点 A 位移为零而为零。力 T' 的作用点 B 的位移与 M 的位移相同，每一个小过程中为 ΔS ，全过程中为 S 。但因此位移与 T' 力反向，故 T' 对 AB 做负功， AB 能量减少。



教师：弹簧一次次减少能量对外做功，实质是人体的生物能通过胳膊施力、做功不断输出，转化为人体和船的动能。功是能量转化的量度在这里得到了生动又贴切的体现。这样，力的分析和功的计算都显得融洽与和谐。有此弹簧模型，题目中拉另一船的计算也将顺理成章，更为方便的是，还可以利用——

学生：系统动量守恒。

教师：请看以下情景：一人穿旱冰鞋面对墙，站在光滑水平面上，当他用力推墙后即以某一速度离开墙。这与拉船的过程有何相似之处？

学生：仍可用弹簧模型代替胳膊进行分析。

教师：两个弹簧完全一样吗？

学生：拉船的弹簧先伸后缩，伸展后在收缩中对外施拉力。推墙的弹簧

先弯曲后伸展，弯曲后在伸展中对外施推力。

教师：到底是高级弹簧，还可以根据需要对外施加拉力或压力。这一模型还能迁移到其他情景吗？

学生：船上的人用竹竿推岸，还有，把人的腿看成弹簧可帮助分析人离地时的弹跳，……

教师：请练习自编一些题目。……

习题课在紧张又活泼的气氛中结束了。

深入搞清一个题目比胡里胡涂做几个题目的收获要大。学生是学的主体，要尽量多地给他们想和说的机会，让他们通过积极地思维去理解物理知识并培养相应的能力。这当然离不开教师的主导作用——针对学生实际，优选练习，斟酌问题，精心设计教学过程。

（蒋士鲁）

“机械效率”归类复习设计

有用功占总功的百分比叫做机械效率，其公式为 $\frac{W_{有用}}{W_{总}}$ 。这个基本概念在初中物理教材中已经给出，但没有进行较深入的讨论。因此，学生对简单机械的效率往往有许多模糊的认识，采用归类复习对于消除学生模糊感，增强对知识的理解大有益处。

一、简单机械的种类、定义及性质

简单机械在我们已学过的中学内容里归纳起来有以下四种常见形式：

1. 杠杆

定义：一根硬棒，在力的作用下如果能绕着固定点转动，这根硬棒就叫做杠杆。

实际生活中的杠杆有省力的，也有费力的，还有既不省力、也不费力的。例如独轮车、钳子、起子、剪刀、天平等。

2. 滑轮

滑轮可分为定滑轮、动滑轮、滑轮组三种。

（1）定滑轮

定义：轴固定不动的滑轮叫做定滑轮。

定滑轮实质是一个等臂杠杆，使用它不省力，但可改变力的方向。例如在旗杆上装一个定滑轮，人站在地上就能把旗子升到高处。

（2）动滑轮

定义：滑轮和重物一起移动，这样的滑轮叫动滑轮。动滑轮的实质是动力臂力阻力臂二倍的杠杆，使用动滑轮能省一半力，但是不能改变力的方向，在很多情况下使用不方便，因此动滑轮很少单独使用。

（3）滑轮组

定义：动滑轮和定滑轮组合在一起叫滑轮组。

这种机械使用起来既方便，又省力。例如汽车起重机、塔式起重机等。

3. 轮轴

定义：由轮和轴组成，能绕共同轴线旋转的简单机械，叫做轮轴。

轮轴的实质是可以连续旋转的杠杆。例如汽车驾驶盘，手摇卷扬机，辘轳等。

4. 斜面

定义：与水平方向有一个倾角的面叫斜面。

使用斜面可以省力，但不能省功。例如，为了省力，人们在把重的物体搬到车上时，常常搭上一块木板。

二、简单机械的有用功、总功及效率

为了清楚有效地搞好机械效率复习，把简单机械的有用功、总功及效率总结列表如下（表中“ L_1 ”表示动力臂，“ L_2 ”表示阻力臂，“ L ”表示斜面长，“ R ”表示轮半径，“ r ”表示轴半径，“ h ”表示重物所升高度或斜面高，“ s ”表示绳子自由端的伸长量，“ F_1 ”表示动力，“ F_2 ”表示阻力，“ G ”表示物重，“ n ”表示轮轴转的周数或表示承担动滑轮的绳子段数）。

项目 公式 名称	有用功 $W_{有用}$	总功 $W_{总}$	机械效率
杠杆	$F_2 \times L_2$	$F_1 \times L_1$	$\frac{F_2 \times L_2}{F_1 \times L_1} \times 100\%$
轮轴	$n \cdot 2r \times G$ 或： $G \times h$	$n \cdot 2R \times F_1$ 或： $\frac{h}{2pr} \cdot 2pr \times F_1$	$\frac{n \cdot 2prG}{n \cdot 2prF_1} \times 100\%$ 或 $\frac{G \times h}{\frac{h}{2pr} \cdot 2pr \times RF_1} \times 100\%$
滑 轮	竖直状 态 $G \times h$ (G 也可 含滑轮重)	$F_1 \times nh$	$\frac{G \times h}{F_1 \times nh} \times 100\%$
轮	水平状 态 $F_2 \times \frac{s}{n}$	$F_1 \times s$	$\frac{F_2 \times \frac{s}{n}}{F_1 \times s} \times 100\%$
斜面	$G \times h$	$F \times L$	$\frac{G \times h}{F \times L} \times 100\%$

说明，表中有些栏目的公式没有化成最简式，目的在于让公式仍能继续充分反映各机械的本质特征，便于学生准确选择公式解答题目。

三、习题示范（略）

（何承义）

“单摆周期公式”的应用“实验——讨论”教案设计

【教学目的】在学生已经掌握单摆周期公式的基础上，通过讨论和对比实验，激发学生的学习热情，将单摆周期公式灵活应用到各种情况，改进与完善学生的知识结构，培养学生的发散思维与收敛思维的能力。

【教学过程】

师：如图 1 所示，A、B、C、D 四个装置中，哪一个装置可看成单摆？

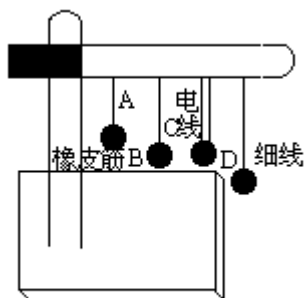


图1

生：对于 A 装置，摆长没有远大于小球半径；对于 B 装置，橡皮筋在摆动过程中要伸长；对于 C 装置，作为摆线的电线质量不能忽略；D 装置满足单摆的条件，是单摆。

（通过实物对比的方法，使学生对单摆的理想化条件有较深的印象。）

师：单摆作简谐振动的条件是什么？

生：摆角 5° 。

师：单摆周期公式是什么？周期与什么量无关？

生： $T = 2\pi\sqrt{l/g}$ ；T 与质量 m 、振幅 A 无关。

（简单复习基本知识，引入正课）

一、单摆周期公式的应用（ ）

师：如图 2 所示是一双线摆，双线摆较之单摆有一个明显的优点，它不像单摆那样，稍不小心就会在水平面上做圆锥摆运动。它是在一水平杆上用两根等长的细线悬挂一小球构成的，绳的质量可以忽略不计。设图中的 l 和 α 为已知量。当小球垂直于纸面做简谐振动时，周期为多大？

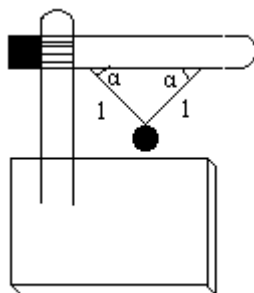


图2

（实验演示，让学生观察后讨论）

甲生： $T = 2\pi\sqrt{l/g}$ 。

师：为什么是这个式子？

生：因为摆线长为 l 。

师：怎样判断这个想法是否正确？

生：与摆长为 l 的单摆进行对比。

（教师把摆长为 l 的单摆挂在同一根铁杆上，进行对比实验）

师：两个摆的周期是否相同？哪一个周期大？

生：不一样，单摆周期比双线摆更大。

师：进行新的设想。

乙生： $T = 2\pi\sqrt{l\sin\alpha/g}$ 。

师：为什么这样想？

生：因为对比实验中 $T_{\text{双线}} < T_{\text{单}}$ ，即 $l_{\text{双线}} < l_{\text{单}}$ ；

小球是绕两悬点的中点作简谐振动。

师：大家认为这个同学的分析是否有理？

众生：有理。

（教师调整单摆摆长，使其摆长为 $l\sin\alpha$ ，实验发现 $T_{\text{双线}} = T_{\text{单}}$ ）

师：前面同学的分析之所以能够成功，一是因为他仔细地观察了实验，并进行了对比；二是大胆地想象了一个等效摆长。我现在把双线摆打一个结，如图 3 所示。若 l_1 、 l_2 均已知，当小球垂直于纸面做简谐振动时，周期为多大？

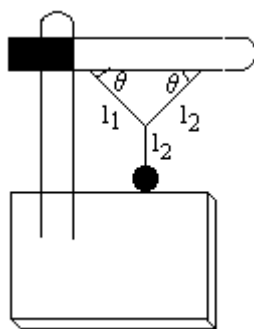


图3

众生： $T = 2\pi\sqrt{(l_2 + l_1 \sin\alpha)/g}$

（几乎所有的学生都回答正确，每一个学生都受到成功的激励。）

师：我们用对比实验进行验证。（当看到对比实验与自己的猜想相符时，个个显得兴奋和激动。）

师：如果我让小球在纸面内做微小振动，则周期 $T = ?$

甲生： $T = \sqrt{(l_2 + l_1 \sin\alpha)/g}$ 。

师：为什么这样想？

生：因为摆长没有变。

师：请大家注意观察，小球振动后，周期的变化？周期应如何表示。

生：因为 T 变小，说明摆长 l 也变小。通过实验观察， l_2 上端不动，小球振动的有效摆长为 l_2 ，因此周期 $T = 2\sqrt{l_2/g}$ 。

师：大家认为该同学的分析是否有理？

生：有理。

师：从对此实验验证中看出：小球不同方向的振动，细绳起的作用是不同的，所以正确的分析必须与小球的实际运动情况相结合。

师：如图 4 所示，光滑的圆弧上面有一半径为 r 的小球，圆弧对应的圆半径为 R ，圆心角 $\theta < 10^\circ$ ，求：小球从 A 到 B 所用的时间？

甲生：可能是 $\sqrt{R/g}$ 。

乙生：应该是 $\sqrt{(R-r)/g}$ 。

师：你是怎样考虑的？

生： $A \rightleftharpoons B$ 的运动与摆球的运动相类似； $\theta < 10^\circ$ 即 $\theta/2 < 5^\circ$ ，与单摆条件相同；今天讲课的内容是单摆周期公式的应用。

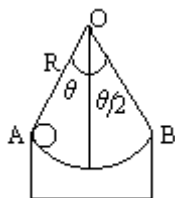


图4

（让学生回答思考过程，既可以提高学生的表达能力，又可以启发其他学生纠正自己思考时存在的问题。）

师：你的回答很有道理，这是一个有一定难度的问题，被你答对了。我们能不能从另外一个角度对此问题进行更有说服力的论证。

丙生：从受力分析的角度，与单摆对比，都受重力、弹力的作用，且弹力都指向圆心。

（回答问题的思维过程，也需要严密的逻辑分析，这样就把发散思维与收敛思维的培养很好地统一起来。）

师：物体运动状况由受力情况及初始状态决定。若初态相同，受力情况也相同，则运动情况也应相同，尽管单摆与圆弧上的小球在外形上不相同，但实质相同，所以小球从 A 到 B 的运动时间 $t_{AB} = T/2\sqrt{(R-r)/g}$ 。

师：对前面这个问题，为什么大多数同学思维受阻？主要是受“单摆模型”建立时的定势影响，有些同学认为单摆一定是一根细线下挂一个小球；单摆的运动必须具有往复性。

（破除单摆模型建立时的定势，有利于学生拓宽，灵活应用单摆模型。）

二、单摆周期公式的应用（ ）

师：如图 5 所示，升降机内挂一摆长为 l 的单摆，当它以加速度 a 向下运动时，小球的振动周期 $T = ?$

甲生： $T = 2\pi\sqrt{l/g}$ 。

师：还有什么想法？

乙生： $T = 2p\sqrt{l(g-a)}$ 。

丙生： $T = 2p\sqrt{l/(g+a)}$ 。

(由于学生缺乏生活经验，回答有较大的盲目性)

师：上面回答哪一个正确？

生：大家议论纷纷。

生：老师，最好能做实验。

师：好！做一个特殊实验，如图 6 所示，将木框上方的夹子松开，观察小球的摆动情况。

(小球开始振动，当小球到达最大位移处时，教师松开夹子，实际操作时需有一提前量。)

生：小球不摆动。

师生共同分析推理：

小球不摆动 $T = T = 2$

$\sqrt{l/O} = 2p\sqrt{l/(g-a)}$ 正确。正确。

师：在这种情况下，单摆的周期公式已不再是 $T = 2p\sqrt{l/g}$ ，但我们仍然 $T = 2p\sqrt{l/g}$ 。 g' 叫做等效重力加速度。 g' 如何求解呢？

在振动平衡位置时，悬线的拉力为 f ，可建立方程 $mg - f = ma$ ，故 $f = m(g - a) = mg'$ ，即 $g' = g - a$ 。

师：请同学们独立求出下面三种情况下小球振动的周期（见图 7）。

生： $T_a = 2p\sqrt{l/\sqrt{g^2 + a^2}}$ ；

$T_b = 2p\sqrt{l/g\sin\alpha}$ ；

$T_c = 2p\sqrt{l/[g(r_{水}/r_{球} - 1)]}$ ；

(在 C 图求解时有些学生感到困难，其中一个原因是受定势影响，他们认为单摆的悬点应在上方，摆球应在下方，需要教师加以启发。)

三、周期公式的应用 ()

师：如图 8 所示，在摆线悬点 O 的下方 O' 处钉了一个钉子。已知 $OO' = l_1$, $O'A = l_2$ ，当摆球 A 摆动时，周期 $T = ?$

甲生： $T = 2p\sqrt{l_2 + l_1/2/g}$ 。

师：如何考虑？

生：因为整个运动过程中，摆长在变化，所以用平均摆长。 $(l = [(l_1 + l_2) + l_2] / 2 = l_1 + l_2 / 2)$

师：大家认为是否合理？

生：有理。

师：请看实验，对比观察图 8 的振动周期与摆长为 $l_2 + l_1 / 2$ 的振动周期。

(学生发现两摆 T 不同，大家议论纷纷)。

师：如何解释？

乙生：因为单摆周期公式中的 T 不是与 l 成正比，而是与 l 的平方根成正比，所以不能作算术平均的方法求平均摆长。

师：正确，我们如何求这个摆的周期？

丙生：仔细观察整个摆动过程有一段时间是以 O 为悬点进行摆动，另一段时间是以 O' 为悬点进行摆动，我把整个过程分为两个简单过程的组合，则：

$$T = T_0/2 + T_{0'}/2 = p\sqrt{(l_1 + l_2)/g} + p\sqrt{l_2/g}$$

师：这个同学的想法很正确。他把一个复杂问题看成两个简单问题的组合，是一种有效的方法，按此设想能否求出这个摆的等效摆长？

$$\begin{aligned} \text{生：由 } T &= p\sqrt{(l_1 + l_2)/g} + p\sqrt{l_2/g} = 2p\sqrt{l/g} \text{ 得} \\ &= [(\sqrt{l_1 + l_2} + \sqrt{l_2})/2]^2 [l_1 + l_2/2 + \sqrt{l_2(l_1 + l_2)}]/2 \end{aligned}$$

师：推论正确，同学们可以自己求出图 8 装置的振动周期 T 。

〔教学说明：

本节课的传统讲授方法是以“等效”为主线，虽然注重了知识的归类与完整，但学生处于被动地位，忽略了知识获取过程中的思维方法训练，没有把传授知识与培养能力结合起来。

本课按照“教师为主导，学生为主体”的教学设想，引入了课堂讨论和多个对比实验，激发了学生的思维热情，使学生不断体验“成功”与“失败”。学生经过讨论和验证，不仅把新的知识与旧知识联系起来，也使知识结构更加完整。在整个教学过程中，既有学生的积极参与，拾级攀登，又有教师的及时点拨引导，及时调控，使学生在获取新知，同化知识的同时，亲身体会到科学研究的思想方法，同时注重了直觉思维能力与逻辑思维能力的培养。〕

（许国云）

“简谐振动”的物理图像教案设计（一）

【教学目的】理解振动图像的物理意义，从图像上得出振动的振幅、周期以及质点在任意时刻偏离平衡点的位移。

【教学过程】

一、引入新课

（出示小黑板，分别指定学习成绩一般和较好的学生回答问题。）

图 1 为单摆做简谐振动的示意图，摆球沿着以平衡位置 O 为中点的圆弧 BC 往复运动。

振幅为 A ，周期为 T ，小球从 B 点释放，规定小球位于 O 点右侧的位移为正方向。

（1）求摆球在下列时刻的位移：

时间 t 0 $T/4$ $T/2$ $3T/4$ T 生：位移 x A 0 $-A$ 0 A

（2）当 $t=T/8$ 时刻，小球的位移是等于 $A/2$ 、小于 $A/2$ 还是大于 A

$A/2$ ，为什么？

生：大于 $A/2$ ，因为小球从 B 向 O 做加速运动，前 $T/8$ 时间内通过的路程小于后 $T/8$ 时间内的路程。

师：能否求出此刻位移的大小呢？（众生迟疑，静静地思考着。教师给予启发。）匀变速运动的规律能不能确定做简谐振动的小球在任意时刻的位移。

生：不能，因为简谐振动是变加速运动。

师：对！这一节课要通过实验来探索当一个质点作简谐振动时，它的位移随时间而变化的规律。

[以旧引新，通过设疑，使学生迅速处于“愤”、“悱”状态，进入教学“角色”，激励起学生的学习兴趣 and 强烈的求知欲。]

师：我们曾采用哪些实验方法来确定物体的运动规律？

生甲：采用“打点计时器”方法研究匀变速直线运动。

生乙：采用“闪光照相”法研究自由落体、平抛运动。

师：这些实验方法是否适用于研究单摆的简谐振动呢？图 2 是摆球在最大偏角约为 15° 情况下做机械振动的闪光照片。（用投影仪放映幻灯片）照片上相邻的像是相隔 $1/30$ 秒的时间拍摄的。照片上出现了小球的像重叠的现象，较难找到球心的位置，因此，无法准确地测出每隔 $1/30$ 秒，小球相对平衡位置的位移。况且，摆球做简谐振动时最大偏角小于 5° ，振幅比图 2 上小得多，小球像的重叠现象势必更加突出。所以此法不能确定小球做简谐振动时它的位移与时间的真实关系。但是，这两种实验方法的原理却给我们带来启发，请同学们考虑一下，打在纸带上的点和闪光照相底片上的小球的像同运动物体有什么关系。

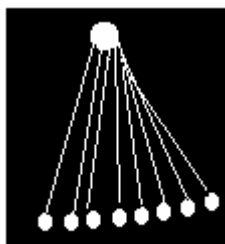


图2

（学生议论，举手发言。）

生：它们相应地表示运动物体在不同时刻的位置。

师：这两种实验的实质都是记录了运动物体每隔一定时间所在位置，只是采用手段不同而已。由此想到设计一个实验，它能记录摆球在不同时刻的位置。从而了解摆球在不同时间里发生的位移及其变化，探讨简谐振动的运动规律。

[强调物理实验是探索物体运动规律的重要途径，引导学生进行实验知识的正向迁移。在学生明确了实验目的，了解实验方案后，再介绍砂摆实验，将会水到渠成]

二、讲述新课

1. [砂摆实验] (板书) 演示分两步做：第一步，下面的平板不动，让摆球振动，结果在板上呈现一条直线，这是由于各个不同时刻的位移在板上留下的痕迹相互重叠而形成的，这同摆球的闪光相片相似。(让学生思考一下) 如何将不同时刻的位移分别显示出来？第二步，匀速拉动平板、从振动漏斗中漏出的砂流在板上形成一条曲线，显示了各个时刻漏斗的位移。

师：你们仔细观察这是一条什么曲线？

生：(惊奇、兴奋地观察，异口同声回答) 这是一条正弦曲线；这是一条余弦曲线。[让学生观察实验并得出正确实验结论，这将加深所获得的物理现象的印象，提高观察能力。]

师：这条曲线就是漏斗的简谐振动图像。简谐振动图像是一条余弦(或正弦)曲线(板书)，它揭示了物体的位移随时间变化的规律。

师：你们对这个演示实验有哪些新的设想？

(课堂气氛活跃，学生争先恐后发言)

生：用彩色水代替砂；用胶水代替砂；用麦芽糖代替砂；在摆上装一支蘸有墨水的毛笔等等。

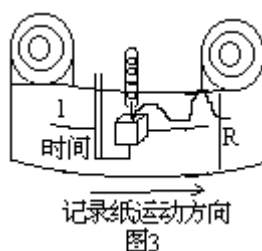


图3

师：介绍图3演示弹簧振子做简谐运动的实验装置(用投影仪放映)。实验表明弹簧振子的振动图像也是一条余弦(或正弦)曲线，进一步推广，可证明所有简谐振动图像都是余弦(或正弦)曲线。

[激起学生创造性的发散思维，让学生充分表现自己的聪明才干，教师对学生提出的各种设想给予充分肯定和热情指导]

2. 分析简谐振动的图像(板书)

(用小黑板出示问题)

图4表示一个简谐振动的图像。请学生从图像上求出：

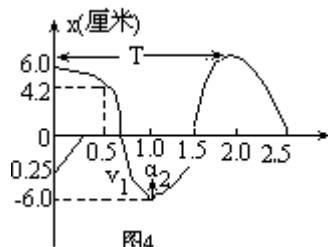


图4

(1) 振幅 A 生：6 厘米。

(2) 周期 T

生：2 秒。

(3) 当 $t' = T/8 = 0.25$ 秒时刻它的位移 x' 。(教师给予启发) 生: 4.2 厘米

(4) 试分析 $t_1 = 0.5$ 秒和 $t_2 = 1.0$ 秒时速度 v_1 和 v_2 , 以及加速度 a_1 和 a_2 的大小, 标出它们的方向。

生: v_1 为最大, v_2 为零; a_1 为零, a_2 为最大。其方向如图 4 所示。

师: 振动曲线不是振动质点的运动轨迹, 速度方向不是沿曲线的切线方向, 加速度方向总是指向平衡位置。

三、巩固新课

3. 画简谐振动的图像(板书)

(用小黑板出示课堂练习)

一个单摆做简谐振动, 摆长 1 米(从悬挂点到漏斗质心的距离), 最大偏角 $= 5^\circ$, $\sin 5^\circ = 0.087$, 设当地重力加速度 $g = 9.80$ 米/秒²。

(1) 画出 3 秒内的振动图像。

启发学生先求出单摆的振幅和周期:

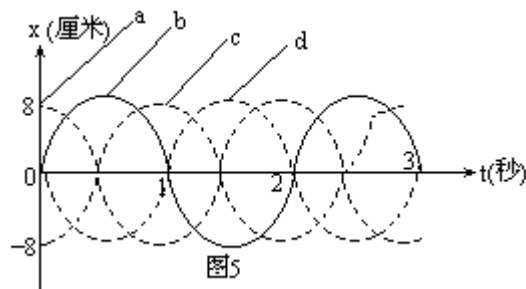
$$A = l \sin \theta = 1 \times \sin 5^\circ = 0.087 \text{ (米)};$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} = 2 \times 3.14 \times \sqrt{\frac{1}{9.8}} \approx 2 \text{ (秒)}$$

建立位移 (x) —— 时间 (t) 平面直角坐标系, 选择特殊时刻 (例如: 0 、 $T/4$ 、 $T/2$ 、 $3T/4$ 、 T) 及相应的位移, 在平面上确定它们对应的点, 将这些点用平滑的曲线连接起来, 就可以画出单摆的简谐振动图像。(学生在数学课上已经学会画正弦(或余弦)图像)

[培养学生逆向思维能力, 能够绘制振动图像。培养学生将所学数学知识应用于解答物理问题的能力。]

(教师边巡视, 边指点, 接受学生的信息反馈, 先后请四位画法不同的学生上台, 用彩色粉笔画在黑板上同一个坐标系内。)



师: 同学们所画的振动图像可以归纳为四种形状, 如图 5 所示。(统计四种画法的学生人数, 发现 a 种画法的学生几乎占一半, 其次是 c 种, 这反映大多数学生是在模仿课本或课堂黑板上的样画。) 让学生们相互讨论、分析四种图形相同和不同之处以及形成的原因。揭示学生注意: 当你开始计时时, 即 $t=0$ 时刻, 摆球位于何处; 取什么方向为位移 x 的正方向。

(学生各抒己见, 共同探讨真知)

[发挥学生“平行影响”效应, 让学生自己去研究问题, 有助于提高学生

独立自主地分析实际问题的能力。使学生对“相”概念有些感性认识，为学习振动合成打下基础。]

(2) 画出再经过 3 秒的振动图像。

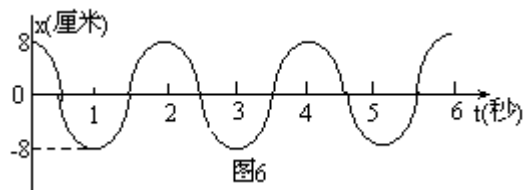
(教师边巡视、边辅导)

师：试比较前、后 3 秒的振动图像。

生：原图形不变。

师：随时间延续，图形向 t 轴方向延伸，反映出图像在空间上的往复性，时间上的周期性。

师：图 6 上实线为学生画的一种形状的简谐振动图像(用投影仪放映)；虚线为从振动漏斗中漏出的砂流在木板上痕迹形成的振动图像。试比较理论上画的图像与实际的振动图像有何不同。



生：周期增大，振幅减小。

师：为什么会发生这些变化？

生甲：因为振幅减小了，所以周期增大。

生乙：不对！简谐振动的周期与振幅无关。

师：简谐振动的周期与振幅无关，只可能与摆长有关。想一想，摆长有变化吗)

(让学生思考一会)

生：(举手发言)随着漏斗中砂的流出，砂摆的重心降低，摆长增加，周期增大。

生：振幅减小这可能是由于受到空气阻力的影响。

师：对！这是我们下一节课要讨论的课题。

[培养学生理论联系实际的好学风，正视实验中出现的“反常”现象，并给予科学解释。教师点拨思维，使学生茅塞顿开，思维活跃。引导学生对学习的内容进行更深入的思考，为下一节课的学习留下悬念。]

四、小结

本节课通过做简谐振动的单摆(砂漏)在木板上留下的砂迹直接显示摆的振动图像。图像的物理意义：表示一个作简谐振动质点的位移随时间变化的规律，它是一条余弦(或正弦)曲线，它不是质点的运动轨迹。从振动图像上可以看出周期、振幅和任意时刻的位移，还可以利用图像分析速度、加速度和回复力方向和大小。

五、作业

(1) 课本习题：(略)

(2) 实验题：自制演示简谐振动图像的简易实验装置。

【教学说明】

(1) 学生第一次学习位移和时间这两个物理量成正弦(或余弦)函数关系。学生能很好地理解简谐振动图像的物理意义,就不难了解形状上相似的振动图像与波形图像的联系和区别,并且助于今后学习正弦交流电的电动势和感生电流随时间变化的正弦函数关系,以及示波器演示正弦交流电的原理。故简谐振动图像在中学物理教学中有不可忽视的作用和地位。

(2) 本节课的教学内容,课本上只有一页多。必须考虑如何掌握好课堂教学的节奏,提高45分钟的效率。我们在吃透教材,充分把握教材的特点的基础上,在教学大纲范围内,从学生的实际情况出发,设法使教学内容加以充实、展开和提高。提出恰当问题,促使学生的思维不断地从恢复旧知识的联系转化为探索新知识的联系。要求学生应用已学的有关简谐振动的知识来理解简谐振动的图像,进而分析图像、绘制图像。

教学中有意识地将新知识的学习和研究方向渗透到教学过程中,使知识的传授和能力的培养有机地结合在一起。引导学生善于进行基础知识、实验知识的正向迁移,培养逆向思维力,独立地分析实际问题的能力和创造性思维能力。

(3) 本节课体现了教师的主导作用,按照感知——理解——巩固——灵活运用知识的过程进行教学,而教学过程的重心是设法充分发挥学生主观能动性。首先让学生观察砂摆实验,亲自得出正确的结论,这是一条余弦(或正弦)曲线,对简谐振动的图像产生深刻的印象。师生一起分析图像,理解简谐振动图像的物理意义。学生通过课堂练习,使所学的知识得以巩固,掌握简谐振动的运动规律。再要求学生绘制做简谐振动的单摆的图像,用图像来表示它的运动情况。并且在教学过程的各个环节,创立问题情景,设置悬念,例如求 $t=T/8$ 时刻摆球的位移;学生中出现画法不同的图像;根据理论绘出的图像与实际图像存在差异等。激励学生积极思维,自己去“发现”规律,去“研究”问题,使学生学习知识的过程变成“模拟”地探索知识的过程。

(4) 实验教学贯穿于整个课堂教学之中。简谐振动是变加速运动,其内容要比前面已学过的运动形式复杂。通过实验可以确定它的位移随时间而变化的规律,如同以前采用实验方法研究匀变速直线运动、自由落体运动和平抛运动一样。

(刘海生)

“简谐振动”的物理图像教案设计(二)

中学物理中水平弹簧振子的振动是简谐振动,简谐振动是周期性的非匀变速运动。为加深对它的理解和掌握,在教学中我们分别讨论它的力、加速度、速度、动量、能量随位移、时间变化的物理图像。