

## 2.1 简谐运动 1 课时

### 导学训案

#### 【学习目标】

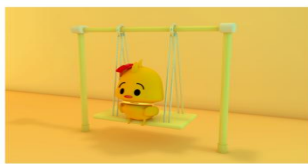
1. 通过实验观察，认识机械振动。会运用理想化方法建构弹簧振子模型。
2. 通过观察、分析和推理，证明弹簧振子的位移—时间图像是正弦曲线，会用图像描述简谐运动。
3. 经历探究简谐运动规律的过程，能分析数据、发现特点，形成结论。

#### 【学习重难点】

1. 教学重点：弹簧振子位移随时间的变化规律及相应的  $x-t$  图像的理解
2. 教学难点：准确理解简谐运动  $x-t$  图像的物理意义

#### 【新课导入】

察下图几个常见的运动，具有什么共同特点？



#### 【新课教学】

#### 任务一、弹簧振子

(一) 机械振动

(二) 请同学们阅读课文，结合前面的例子总结机械振动的定义和特点。

提出问题：你能举出生活中，机械振动的其他例子吗？

情境思考：如图，把一个有小孔的小球连接在弹簧的一端，弹簧的另一端固定，小球套在光滑的杆上，能够自由滑动。弹簧的质量与小球相比可以忽略。小球运动时空气阻力很小，也可以忽略。弹簧未形变时，小球所受合力为 0，此时小球处于 O 点。把小球拉向右方，然后放开，小球是否会做机械振动？请尝试从理论证明。

请同学们根据以下提示完成思考：

- (1) 小球在回到 O 点前，小球做什么运动？
- (2) 小球在回到 O 点时，小球做受力情况如何？速度如何？



- (3) 小球在回到 O 点向左运动后将做什么运动？
- (4) 小球减速至 0 后，小球会停下来吗？为什么？
- (5) 现在，你能说明小球的运动是否属于机械振动了吗？

请学生阅读课文，总结弹簧振子的定义，然后和学生一同总结弹簧振子的容。

4. 拓展思考：弹簧振子的平衡位置一定在弹簧的原长位置吗？

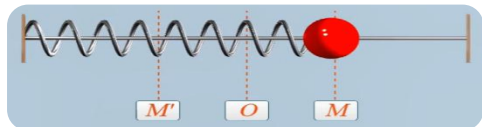
#### 任务二 弹簧振子的位移—时间图像

(一) 弹簧振子的位移

请同学们阅读课文，将下面内容填空内容补充完整：

1. 振子在某时刻的位移：从平衡位置指向振子在该时刻位置的\_\_\_\_\_；若规定振动质点在平衡位置\_\_\_\_\_侧时位移为\_\_\_\_\_，则它在平衡位置左侧时位移为\_\_\_\_\_。

例如：振子在  $MM'$  之间振动，O 为平衡位置，振子的在某时刻的位移  $x$  情况：



$O \rightarrow M$ : \_\_\_\_\_  $M \rightarrow O$ : \_\_\_\_\_

$O \rightarrow M'$ : \_\_\_\_\_  $M' \rightarrow O$ : \_\_\_\_\_

2. 振子在某段时间内的位移：由\_\_\_\_\_指向\_\_\_\_\_的有向线段。

3. 提出问题，请说明振子在某时刻的位移与在某段时间内的位移的区别？

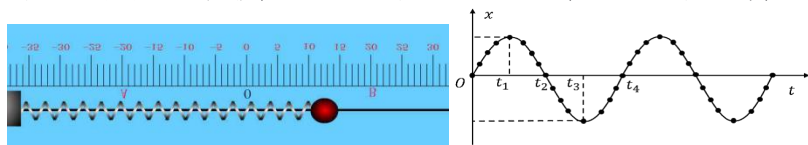
(二) 弹簧振子的位移—时间图像( $x-t$  图像)

提出问题：怎样才能得到小球位移与时间的关系？

2. 图像的获取方式（教师介绍方法，展示实验视频）

方法一：手动描图法

以小球的平衡位置为坐标原点，规定水平向右为正方向，横轴为时间  $t$ ，纵轴为位移  $x$ 。在坐标系中标出各时刻小球球心的位移，用曲线将其连接在一起，得到振动图像，如图所示：



方法二：频闪照相法

因为摄像底片做匀速运动，底片运动的距离与时间成正比。因此，可用底片运动的距离代表时间轴，振子的频闪照片反映了不同时刻振子离开平衡位置的位移，也就是位移随时间变化的规律。

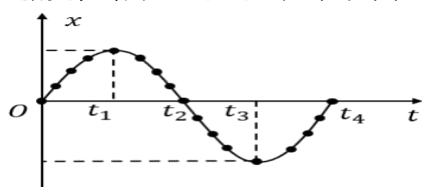
方法三：用传感器和计算机描绘图像

请各位同学根据上述实验步骤，完成实验。

### 任务三、简谐运动

#### （一）图像分析

根据实验结果：这些图中画出的小球运动的  $x-t$  图象很像正弦曲线，是不是这样呢？如何验证？



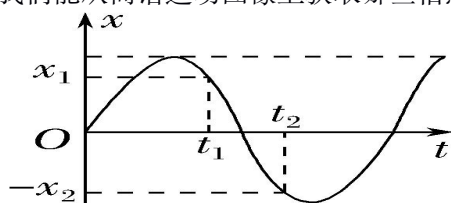
结论：

#### （二）简谐运动

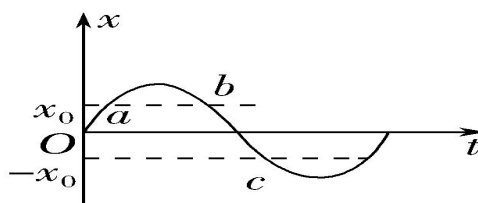
请同学们于课文总结什么是简谐运动？

简谐运动的图像有什么物理意义？

我们能从简谐运动图像上获取哪些信息？



甲



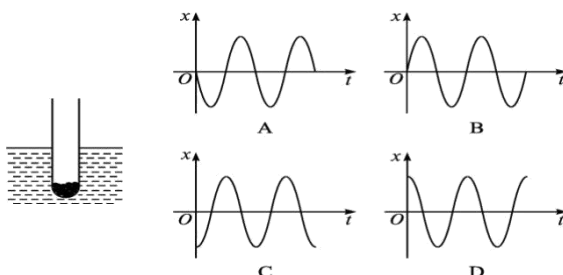
乙

课堂练习

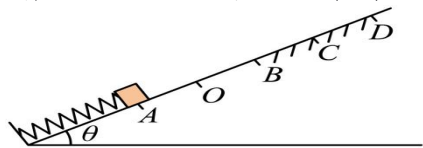
1.(弹簧振子的理解)(多选)下列关于理想弹簧振子的说法正确的是( )

- A.任意的弹簧和任意的小球就可以构成弹簧振子
- B.弹簧振子中小球的振动范围不能超出弹簧的弹性限度
- C.弹簧振子中小球的体积不能忽略
- D.弹簧振子中的小球一旦振动起来就停不下来

2.(简谐运动的图像)装有砂粒的试管竖直静浮于水面,如图所示。将试管竖直提起少许,然后由静止释放并开始计时,在一定时间内试管在竖直方向做简谐运动。若取竖直向上为正方向,则以下描述试管振动的图像中可能正确的是( )

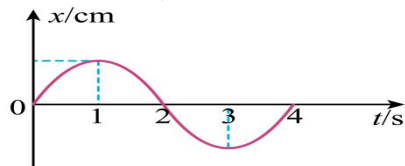


- 关于简谐运动，下列说法正确的是 ( )
  - 简谐运动是最基本的振动
  - 所有的振动都可以看作简谐运动
  - 简谐运动一定是水平方向的运动
  - 物体做简谐运动时一定可以得到正弦曲线形的轨迹线
- 关于简谐运动，下列说法正确的是 ( )
  - 弹簧振子的回复力在半个周期内的功一定为 0
  - 弹簧振子的回复力在半个周期内的冲量一定为 0
  - 若物体做简谐运动，合外力与位移的关系符合  $F_{\text{合}} = -kx$
  - 物体所受合力大小与时间满足一次函数关系，物体一定做简谐运动
- 质量为  $m$  的物块与弹簧上端连接，弹簧的下端固定在档板上， $O$  点是弹簧处于原长状态时上端的位置，物块静止时位于  $A$  点。斜面上另外有  $B$ 、 $C$ 、 $D$  三点， $AO = OB = BC = CD = l$ ，其中  $BD$  段粗糙，其余部分光滑，物块与斜面  $BD$  段间的动摩擦因数为  $\mu = \tan \theta$ ，重力加速度为  $g$ ，物块静止在  $A$  点时弹簧的弹性势能为  $E$ ，用外力将物块拉到  $D$  点由静止释放，第一次经过  $O$  点时的速度大小为  $v$ ，已知弹簧始终在弹性限度内，则下列说法正确的是 ( )

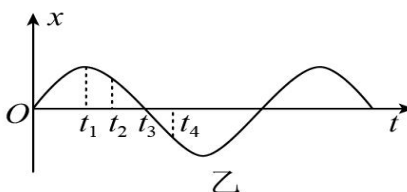
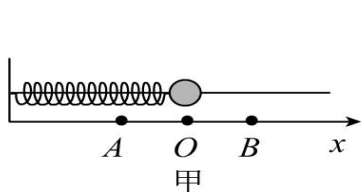


- 物块最终在  $A$ 、 $B$  之间做简谐运动
- 物块在  $D$  点时的弹性势能为  $\frac{1}{2}mv^2 - mgl \sin \theta$
- 物块运动的全过程中因摩擦产生的热量为  $\frac{1}{2}mv^2 + mgl \sin \theta$
- 物块从  $D$  点向下运动到  $A$  点的过程中，最大加速度大小为  $2g \sin \theta$

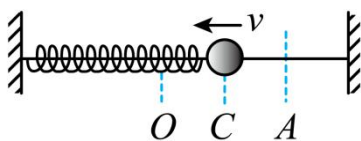
- 如图所示为质点  $P$  在  $0 \sim 4s$  内的振动图像，下列叙述正确的是 ( )



- 再过 1s，该质点的位移是正方向最大
  - 再过 1s，该质点的速度方向为正方向
  - 再过 1s，该质点的速度方向为负方向
  - 再过 1s，该质点的速度最大
- 如图甲所示，一水平弹簧振子在  $A$ 、 $B$  两点之间做简谐运动， $O$  点为平衡位置，取水平向右为正方向，其振动图象如图乙所示。由振动图象可知 ( )



- $t_1$  时刻振子位于  $O$  点
  - $t_3$  时刻振子的速度为零
  - $t_2$  时刻振子的运动方向与  $t_4$  时刻振子的运动方向相反
  - 从  $t_1$  时刻到  $t_3$  时刻，振子运动的加速度逐渐减小
- 如图所示的弹簧振子， $O$  点为它的平衡位置，关于振子的运动，下列说法正确的是 ( )



- 振子从  $A$  点运动到  $C$  点时位移大小为  $OC$ ，方向向右
- 振子从  $A$  点运动到  $C$  点的过程中，速度在增大，加速度在减小
- 振子从  $C$  点运动到  $A$  点时位移大小为  $CA$ ，方向向右

D. 振子从  $A$  点运动到  $O$  点的过程中, 速度先增大后减小, 加速度先减小后增大

7. 关于简谐运动的理解, 下列说法中正确的是 ( )

A. 简谐运动是匀变速运动

B. 周期越大, 说明物体做简谐运动越快

C. 位移减小时, 加速度减小, 速度增大

D. 位移的方向总跟加速度的方向相反, 跟速度的方向相同

8. 已知: 弹簧振子的振动周期  $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ , 总机械能与振幅  $A$  的平方成正比, 即  $E = \frac{1}{2}kA^2$ ,  $k$  为弹簧的劲度

系数,  $m$  为振子的质量。如图所示, 一劲度系数为  $k$  的轻弹簧一端固定, 另一端连接着质量为  $m$  的物块, 物块在光滑水平面上往复运动。当物块运动到最大位移为  $A$  的时刻, 把另一质量也为  $m$  的物块轻放在其上, 两个物块恰好始终一起振动。设最大静摩擦力等于滑动摩擦力, 重力加速度为  $g$ 。放上质量也为  $m$  的物块后, 下列说法正确的是 ( )



A. 两物块之间的动摩擦因数为  $\frac{kA}{2mg}$

B. 物块振动周期变为原来的 2 倍

C. 物块经过平衡位置时速度为  $\frac{1}{2}\sqrt{\frac{kA^2}{m}}$

D. 系统的振幅减小

9. 如图所示, 一水平轻质弹簧左端固定在竖直墙上, 右端连接一物体, 物体静止在光滑水平地面上的  $O$  点, 现向左推物体, 使物体到达  $A$  点后由静止释放, 在弹力作用下物体向右运动, 在物体整个运动过程中, 弹簧始终处于弹性限度内, 下列说法正确的是 ( )



A. 物体从  $O$  点向左运动到  $A$  点的过程中, 弹簧的弹性势能先增大后减小

B. 物体从  $O$  点向左运动到  $A$  点的过程中, 弹簧的弹性势能先减小后增大

C. 物体从  $A$  点向右运动的过程中, 弹簧的弹性势能先增大后减小

D. 物体从  $A$  点向右运动的过程中, 弹簧的弹性势能先减小后增大

参考答案: 1.A 2.A 3.B 4.A 5.D 6.AB 7.C 8.A 9.D