

## 高三物理第 1 课时《机械振动》学习指南

### 【学习目标】

- (1) 通过实验,认识简谐运动的特征。能用公式和图像描述简谐运动
- (2) 通过实验,探究单摆的周期与摆长的定量关系。知道单摆周期与摆长、重力加速度的关系。会用单摆测定重力加速度的大小
- (3) 通过实验,认识受迫振动的特点。了解产生共振的条件以及共振技术的应用。

### 【学法指导】

1. 请同学们认真**阅读教材 3-4 p2-19** 完成教材上的练习与评价
2. 带着读书遇到的疑问观看微课视频
3. 观看微课视频后按规定时间完成《课堂检测》,自己对答案并打分。
4. 课后定 20 分钟完成《课后作业》,对照答案做好改错

### 【学习任务】

1. 书写本章知识结构,并完成知识梳理(附 1)
2. 按规定 15 分钟时间完成课堂检测(附 2)

### 附 1: 知识梳理

#### 一、简谐运动

1. 概念: 从运动学角度看,如果质点的位移与时间的关系遵从\_\_\_\_\_函数的规律,即  $x=$ \_\_\_\_\_,这样的振动叫简谐运动. 从动力学角度看,如果物体所受的回复力与它偏离平衡位置的位移大小成正比,并且总指向\_\_\_\_\_位置,即回复力  $F=$ \_\_\_\_\_,则这样的振动叫简谐振动.
2. 描述简谐运动的物理量
  - (1)位移  $x$ : 由\_\_\_\_\_指向\_\_\_\_\_的有向线段表示振动位移,是矢量.
  - (2)振幅  $A$ : 振动物体离开平衡位置的\_\_\_\_\_,是标量,表示振动的强弱.
  - (3)周期  $T$  和频率  $f$ : 做简谐运动的物体完成\_\_\_\_\_所需要的时间叫周期,而频率则等于单位时间内完成\_\_\_\_\_;它们是表示振动快慢的物理量. 二者互为倒数关系.
3. 简谐运动的图象
  - (1)物理意义: 表示振动物体的位移随时间变化的规律.
  - (2)从平衡位置开始计时,函数表达式为  $x=A\sin \omega t$ , 图象如图 2 所示.  
从最大位移处开始计时,函数表达式为  $x=A\cos \omega t$ , 图象如图 3 所示.

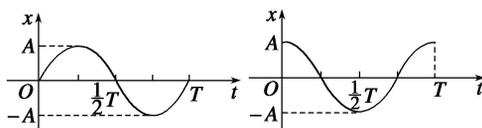


图 2

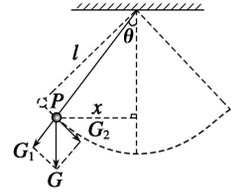
图 3

#### 4. 简谐运动的能量

简谐运动过程中动能和势能相互转化，机械能守恒，振动能量与\_\_\_\_\_有关，\_\_\_\_\_越大，能量越大。

#### 二、单摆

如图所示，平衡位置在最低点。



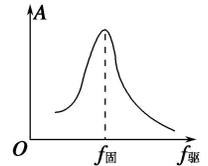
1.定义：在细线的一端拴一个小球，另一端固定在悬点上，如果线的\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_都不计，球的直径比\_\_\_\_\_短得多，这样的装置叫做单摆。

2.视为简谐运动的条件：\_\_\_\_\_。

3.回复力：小球所受重力沿\_\_\_\_\_方向的分力，即： $F=G_2$   
 $=G\sin\theta=\frac{mg}{l}x$ ， $F$ 的方向与位移  $x$  的方向相反。

4.周期公式： $T=2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ 。

5.单摆的等时性：单摆的振动周期取决于摆长  $l$  和重力加速度  $g$ ，与振幅和振子(小球)质量都没有关系。注意 单摆振动时，线的张力与重力沿摆线方向的分力的合力提供单摆做圆周运动的向心力。重力沿速度方向的分力提供回复力，最大回复力大小为  $\frac{mg}{l}A$ ，在平衡位置时回复力为零，但合外力等于向心力，不等于零。



#### 三、受迫振动和共振

1. 受迫振动：系统在\_\_\_\_\_作用下的振动。做受迫振动的物体，

它的周期(或频率)等于\_\_\_\_\_的周期(或频率)，而与物体的固有周期(或频率)\_\_\_\_\_关。

2. 共振：做受迫振动的物体，它的固有频率与驱动力的频率越接近，其振幅就越大，当二者\_\_\_\_\_时，振幅达到最大，这就是共振现象。共振曲线如图所示。

答案：一、1.正弦， $x=Asin\omega t$ ，正，平衡， $F=-kx$

2. 平衡位置，振动质点所在位置，最大距离，一次全振动，全振动的次数

4.振幅，振幅

二、1.伸长，质量，摆线，（实际： $m_{球} \gg m_{绳}$ ； $l_{绳} \gg r_{球}$ ）

2.摆角小于  $5^\circ$

$$F = G_1 = mg \sin \theta \approx mg \tan \theta = -\frac{mg}{l}x = -kx$$

3.切线方向：

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

4.摆长: $l = l_{绳} + r_{球}$ ,  $T$  由  $l$  和  $g$  决定, 与  $m$  球、 $A$  都无关,

三、1.周期性驱动力, 驱动力, 无 2.相等

## 附 2: 课堂检测 (10 分钟完成 100 分)

1. 关于简谐运动下列说法正确的是:

- A. 回复力与位移成正比且方向相反
- B. 速度与位移成正比且方向相反
- C. 振动物体经过同一位置是速度相同
- D. 振幅随时间做周期性变化
- E. 振幅就是最大的位移
- F. 周期和频率的乘积为一常量
- G. 振幅越大, 周期越大

2. 关于单摆的运动, 以下说法正确的是:

- A. 摆球振动的回复力是摆线的张力和摆球重力的合力
- B. 单摆运动时, 摆球所受向心力大小不变
- C. 摆球经过平衡位置时, 所受回复力为零
- D. 摆球经过平衡位置时, 所受合力为零
- E. 摆球在运动过程中进过轨迹上同一点, 加速度是相同的
- F. 摆球在运动过程中加速度方向始终指向平衡位置

3.在简谐运动中, 振子每次经过同一位置时, 下列各组中描述振动的物理量总是相同的是:

- A. 速度、加速度、动能
- B. 加速度、回复力和位移
- C. 加速度、动能和位移
- D. 位移、动能、回复力

4.两个相同的单摆静止于平衡位置, 使摆球分别以水平初速  $v_1$ 、 $v_2$  ( $v_1 > v_2$ ) 在竖直平面内做小角度摆动, 它们的频率与振幅分别为  $f_1$ 、 $f_2$  和  $A_1$ 、 $A_2$ , 则:

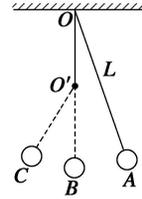
- A.  $f_1 > f_2$ ,  $A_1 = A_2$
- B.  $f_1 < f_2$ ,  $A_1 = A_2$
- C.  $f_1 = f_2$ ,  $A_1 > A_2$
- D.  $f_1 = f_2$ ,  $A_1 < A_2$

5.某振动系统的固有频率为  $f_0$ , 在周期性驱动力的作用动力的频率为  $f$ . 若驱动力的振幅保持不变, 下列说法正确的:

- A. 当  $f < f_0$  时, 该振动系统的振幅随  $f$  增大而减小

- B. 当  $f < f_0$  时, 该振动系统的振幅随  $f$  减小而增大
- C. 该振动系统的振动稳定后, 振动的频率等于  $f_0$
- D. 该振动系统的振动稳定后, 振动的频率等于  $f$

6. 如图所示, 一单摆悬于  $O$  点, 摆长为  $L$ , 若在  $O$  点的竖直线上的  $O'$  点钉一个钉子, 使  $OO' = \frac{L}{2}$ , 将单摆拉至  $A$  处释放, 小球将在  $A$ 、 $B$ 、 $C$  间来回振动, 若振动中摆线与竖直方向夹角小于  $5^\circ$ , 则此摆的周期是 ( )



- A.  $2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$
- B.  $2\pi\sqrt{\frac{L}{2g}}$
- C.  $2\pi(\sqrt{\frac{L}{g}} + \sqrt{\frac{L}{2g}})$
- D.  $\pi(\sqrt{\frac{L}{g}} + \sqrt{\frac{L}{2g}})$

7. 做简谐运动的单摆摆长不变, 若摆球质量增加为原来的 4 倍, 摆球经过平衡位置时速度减小为原来的 1/2, 则单摆振动的
- A. 频率、振幅都不变
  - B. 频率、振幅都改变
  - C. 频率不变、振幅改变
  - D. 频率改变、振幅不变

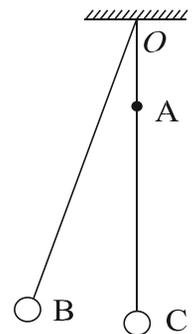
8. 质量为  $m$  的物体 A 放置在质量为  $M$  的物体 B 上, B 与弹簧相连, 它们一起在光滑水平面上做简谐运动。设弹簧的劲度系数为  $k$ , 当物体离开平衡位置的位移为  $x$  时,

- A. A、B 间摩擦力的大小为  $\frac{mkx}{M+m}$
- B. A、B 间摩擦力的大小为  $\frac{mkx}{M}$
- C. B 的振动周期为  $2\pi\sqrt{\frac{M}{k}}$
- D. B 受到的回复力大小为  $\frac{Mkx}{M+m}$

9. 做简谐运动的物体, 当位移为负值时, 以下说法正确的是:

- A. 速度一定为正值, 加速度一定为正值
- B. 速度不一定为正值, 但加速度一定为正值
- C. 速度一定为负值, 加速度一定为正值
- D. 速度不一定为负值, 加速度一定为负值

10. (19 东城二模) 16. 如图, 细绳一端固定于悬挂点  $O$ , 另一端系一小球。在悬挂点正下方  $A$  点处钉一个钉子。小球从  $B$  点由静止释放, 摆到最低点  $C$  的时间为  $t_1$ , 从  $C$  点向右摆到最高点的的时间为  $t_2$ 。摆动过程中, 如果摆角始终小于  $5^\circ$ , 不计空气阻力。



下列说法正确的是:

- A.  $t_1 = t_2$ , 摆线碰钉子的瞬间, 小球的速率变小
- B.  $t_1 > t_2$ , 摆线碰钉子的瞬间, 小球的速率变小

C、  $t_1 > t_2$ ，摆线碰钉子的瞬间，小球的速率不变

D、  $t_1 = t_2$ ，摆线碰钉子的瞬间，小球的速率不变

答案:

检测题: 1.AF 2.C 3.BCD 4.C 5.BD 6.D 7.C8.AD 9. B 10.C