

姓名：

完成评价：

## 机械振动：

## 一、简谐运动

1. 概念：质点的位移与时间的关系遵从正弦函数的规律，即它的振动图象( $x-t$  图象)是一条正弦曲线的振动。

2. 平衡位置：物体在振动过程中回复力为零的位置。

3. 回复力

(1)定义：使物体返回到平衡位置的力。

(2)方向：时刻指向平衡位置。

(3)来源：振动物体所受的沿振动方向的合力。

4. 简谐运动的表达式

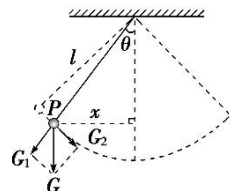
(1)动力学表达式： $F = -kx$ ，其中“-”表示回复力与位移的方向相反。(2)运动学表达式： $x = A\sin(\omega t + \varphi)$ ，其中  $A$  代表振幅， $\omega = 2\pi f$  表示简谐运动的快慢， $(\omega t + \varphi)$  代表简谐运动的相位， $\varphi$  叫做初相。

5. 描述简谐运动的物理量

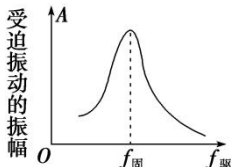
	定义	意义
振幅	振动质点离开平衡位置的最大距离	描述振动的强弱和能量高低
周期	振动物体完成一次全振动所需时间（与振幅大小无关）	描述振动的快慢，两者互为倒数： $T = \frac{1}{f}$
频率	振动物体单位时间内完成全振动的次数	
相位	$\omega t + \varphi$	描述质点在各个时刻所处的不同状态

## 二、单摆

1. 定义：在细线的一端拴一个小球，另一端固定在悬点上，如果细线的伸缩和质量都不计，球的直径比线的长度短得多，这样的装置叫做单摆。

2. 视为简谐运动的条件： $\theta < 5^\circ$ 。3. 回复力： $F = G_2 = G\sin\theta = \frac{mg}{l}x$ 。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。

## 三、受迫振动及共振



1. 受迫振动：系统在驱动力作用下的振动。做受迫振动的物体，它的周期(或频率)等于驱动力周期(或频率)，而与物体的固有周期(或频率)无关。

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，当二者相等时，振幅达到最大，这就是共振现象。共振曲线如图所示。

## 一、单选题

1. 做简谐运动的物体（包括做弧线运动的单摆）每次通过平衡位置时（ ）

A. 位移为零，动能为零

B. 动能最大，势能最小

C. 速率最大，回复力不一定为零

D. 速率最大，合力一定为零

2. 为了改变单摆做简谐运动的周期，可以（ ）

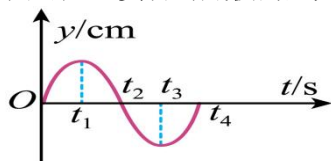
- A. 增大摆球质量 B. 增大摆线长度 C. 减小振幅 D. 减小摆线的最大偏角

3. 飞力士棒是一种物理治疗康复器材，利用该棒能有效锻炼躯干肌肉。标准型飞力士棒的整体结构如图所示，两端的负重头用一根软杆连接，中间有一握柄。锻炼时用双手握住握柄驱动飞力士棒振动，已知该棒的固有频率为  $8\text{Hz}$ ，下列关于飞力士棒的认识正确的是（ ）



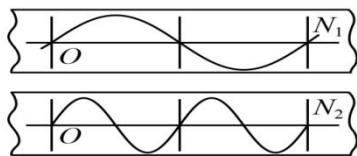
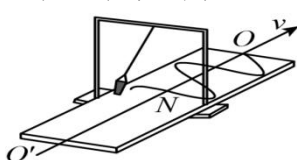
- A. 双手驱动飞力士棒振动的频率越大，飞力士棒的振幅一定越大  
B. 双手驱动飞力士棒振动的周期为  $0.2\text{s}$  时，飞力士棒振动的频率为  $8\text{Hz}$   
C. 双手驱动飞力士棒振动的周期为  $0.125\text{s}$  时，会产生共振现象  
D. 若负重头的质量减小，则飞力士棒的固有频率不变

4. 卡车在公路上行驶，货物随车厢上、下做简谐运动而不脱离底板，设向上为正方向，其振动图线如图所示，由图可知，货物对底板的压力小于货物的重力的时刻是（ ）



- A.  $t_1$  B.  $t_2$  C.  $t_3$  D.  $t_4$

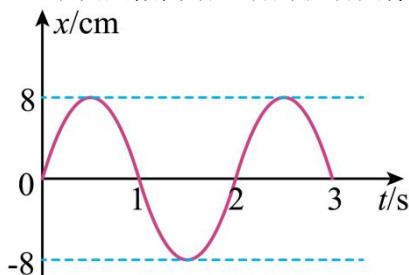
5. 如图是演示简谐运动图像的装置，当盛沙漏斗下面的薄木板  $N$  被匀速地拉出时，摆动着的漏斗中漏出的沙在板上形成的曲线显示出摆的位移随时间变化的关系，板上直线  $OO'$  代表时间轴。右图是一次实验中用同一个摆长不变的摆做出的两组操作形成的曲线，若板  $N_1$  和  $N_2$  拉动速度用  $v_1$  和  $v_2$  表示，板  $N_1$  和  $N_2$  上曲线所代表的摆动周期用  $T_1$  和  $T_2$  表示，则（ ）



- A.  $T_1 = 2T_2$  B.  $2T_1 = T_2$  C.  $v_1 = 2v_2$  D.  $2v_1 = v_2$

## 二、多选题

6. 某质点做简谐运动的振动图像如图所示。关于该简谐振动，下列选项正确的是（ ）

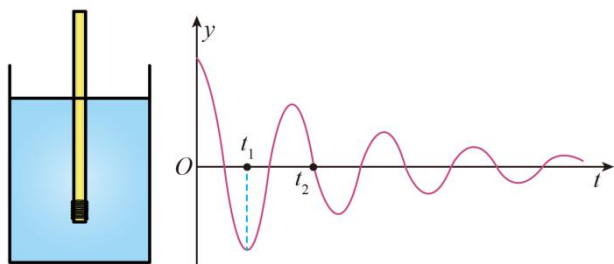


- A. 振幅为  $8\text{cm}$   
B. 周期为  $2\text{s}$   
C.  $t = 3\text{s}$  时，质点的速度为负的最大值  
D.  $t = 0.5\text{s}$  时，质点的加速度为正的最大值

7. 某弹簧振子做周期为  $T$  的简谐运动， $t$  时刻和  $t + \Delta t$  时刻速度相同，已知  $\Delta t < T$ ，下列说法正确的是（ ）

- A.  $t$  时刻和  $t + \Delta t$  时刻位移相同  
B.  $t$  时刻和  $t + \Delta t$  时刻加速度大小相等，方向相反  
C. 可能  $\Delta t > \frac{T}{4}$   
D. 可能  $\Delta t < \frac{T}{4}$

8. 如图甲所示，粗细均匀的一根木筷，下端绕有铁丝，可使其竖直漂浮于装水的杯中。以竖直向上为正方向，把木筷提起一段距离后放手，木筷的振动图像如图乙所示。关于木筷（含铁丝）下列说法正确的是（ ）

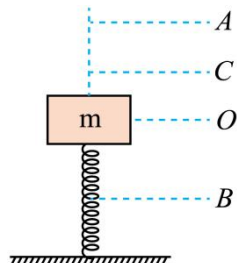


甲

乙

- A. 在  $t_1$  时刻处于超重状态  
 B. 在  $t_2$  时刻向下运动  
 C. 在  $t_2$  时刻合力为 0  
 D. 运动过程中，机械能不变

9. 如下图所示，一轻弹簧与质量为  $m$  的物体组成弹簧振子，物体在同一条竖直线上的  $A$ 、 $B$  间做简谐运动， $O$  为平衡位置， $C$  为  $AO$  的中点，已知  $CO=h$ ，弹簧的劲度系数为  $k$ 。某时刻物体恰好以大小为  $v$  的速度经过  $C$  点并向上运动。则以此时刻开始半个周期的时间内，对质量为  $m$  的物体，下列说法正确的是( )

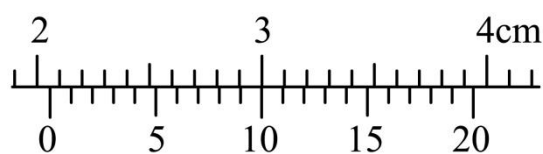


- A. 重力势能减少了  $2mgh$   
 B. 回复力做功为  $2mgh$   
 C. 速度的变化量的大小为  $2v$   
 D. 通过  $A$  点时回复力的大小为  $kh$

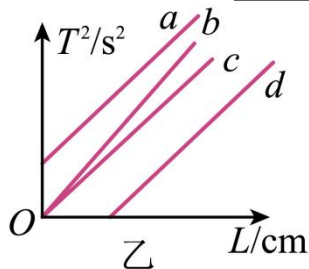
### 三、实验题

10. 学校某班级的学生在实验课上利用单摆装置测量当地的重力加速度，

(1) 一小组同学利用游标卡尺测量摆球直径如图甲所示，摆球直径为\_\_\_\_\_mm。



甲



乙

(2) 实验中，四组同学以单摆周期  $T$  的平方为纵轴，摆长  $L$  为横轴，做出  $T^2-L$  图像，分别如乙图中的  $a$ 、 $b$ 、 $c$ 、 $d$  所示，其中  $a$ 、 $c$ 、 $d$  三条线平行， $b$  和  $c$  都过原点，图线  $c$  对应的  $g$  值最接近当地重力加速度的值。则相对于图线  $a$ 、 $b$  和  $d$ ，下列分析正确的是\_\_\_\_\_（选填选项前的字母）。

- A. 出现图线  $a$  的原因可能是误将悬点到小球下端的距离记为摆长  $L$   
 B. 出现图线  $b$  的原因可能是误将 51 次全振动记为 50 次  
 C. 出现图线  $d$  的原因可能是误将悬点到小球上端的距离记为摆长  $L$   
 D. 图线  $b$  对应的  $g$  值大于图线  $c$  对应的  $g$  值

### 四、解答题

11. 振动物体振幅为 2 厘米。完成一次全振动，振动物体通过的路程是多少厘米？如果频率为 5 赫，振动物体每秒通过的路程是多少厘米？

12. 一弹簧振子分别拉离平衡位置 5cm 和 1cm 处放手，使它做简谐运动，求前后两次：

- (1) 振幅之比是多少？
- (2) 周期之比是多少？
- (3) 回复力的最大值之比是多少？
- (4) 最大加速度之比是多少？

13. 一质点在平衡位置  $O$  附近做简谐运动，它离开平衡位置向  $N$  点运动，经 0.15s 第次经过  $N$  点，再经过 0.1s 第二次通过  $N$  点，则该质点的周期为多少？该质点再经过多少时间第三次经过  $N$  点？

机械振动参考答案

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
答案	B	B	C	A	C	ABC	BCD	AB	AC	

10. 20.50 B
11. 8cm; 40cm
12. (1) 5:1; (2) 1:1; (3) 5:1; (4) 5:1
13. 0.8s; 0.7s

