**《大学物理II》作业 No.01 机械振动 （C卷）**

**班级 \_\_\_\_\_\_\_\_ 学号 \_\_\_\_\_\_\_\_ 姓名 \_\_\_\_\_\_\_\_\_ 成绩 \_\_\_\_\_\_\_**

1. 选择题
2. 如图所示，一质量为*m*的滑块，两边分别与劲度系数为*k*1和*k*2的轻弹簧联接，两弹簧的另外两端分别固定在墙上。滑块*m*可在光滑的水平面上滑动，*O*点为系统平衡位置。现将滑块*m*向左移动*x*0，自静止释放，并从释放时开始计时。取坐标如图所示，则其振动方程正确的有：[ C ]



1. 
2. 
3. 
4. 

**解：**滑块初位移为，初速度为0，则振幅, 初相。设滑块处在平衡位置时，劲度系数分别为*k*1和 *k*2 的两个弹簧分别伸长Δ*x*1和Δ*x*2 ，则有，当滑块位移为*x*时，滑块受到合力：，角频率 ，所以振动方程为：，**故选C**。

1. 两个同周期简谐振动曲线如图所示，则*x*1的相位比*x*2的相位：[ **A** ]

*t*

*x*

*x*2

# O

*x*1

(A) 超前 (B) 落后

(C) 落后 (D) 超前

**解**：由振动曲线画出旋转矢量图可知：*x*1的相位比*x*2的



相位超前。

1. 对某简谐振动系统，若忽略弹簧的质量，振动周期为，不忽略弹簧的质量时，周期为。那么与的关系为：[ C ]
2.  (B)  (C)  (D) 无法确定

**解：**在弹簧劲度系数不变的情况下，考虑弹簧的质量，可以等效为弹簧振子的质量增加，由可知，周期变长。

1. 一质点作简谐振动，周期为*T*。质点由平衡位置向*x*轴正方向运动时，由平衡位置到二分之一最大位移这段路程所需要的最短时间为：[ D ]

(A)  (B)  (C) (D)

**解：**由旋转矢量图可知：由平衡位置到二分之一最大位移矢量旋转的角度为 ，所以所需要的最短时间为： (s)

*x*



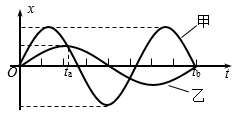
1. 一弹簧振子作简谐振动，如果简谐振子总能量增加为原来的两倍，则振子的最大速率将变为原来的：[ D ]
2. 4倍 （B）倍 （C）2倍 （D）倍

**解：弹簧振子的总能量增加为原来的两倍，则振幅*A*增加****倍，弹簧振子的最大速率增加为。**

1. 如图所示，弹簧的一端固定，另一端与质量为的物体*B*相连，质量为的物体*A*放在*B*上，。*A*、*B*两物体一起在光滑水平面上的、之间做简谐运动，运动过程中*A*、*B*之间无相对运动，*O*是平衡位置。已知当两物体运动到时，弹簧的弹性势能为，则它们由运动到*O*的过程中，摩擦力对*A*所做的功等于：[ C ]
2. **说明: figure**  (B)  (C) 

(D)

**解：**整体作简谐运动，则对整体有：弹簧在点的弹性势能等于整体运动到*O*点的动能，即：。而静摩擦力对*A*所做的功等于，因，所以摩擦力对*A*所做的功为。故选C。

1. 甲、乙两单摆的振动图像如图所示，由图像可知：[ D ]
2. ****甲、乙两单摆的周期之比是3:2
3. 甲、乙两单摆的摆长之比是2:3
4. 时刻甲、乙两摆球的速度相同
5. 时刻甲、乙两单摆的摆角不等

**解：**由图像可知，甲、乙两单摆的周期之比是2:3，选项A错误；

根据，则，则甲、乙两单摆的摆长之比是4:9，选项B错误；平衡位置速度有最大值，甲单摆的A和均大于乙，则时刻甲、乙两摆球的速度不相同，故C错误；

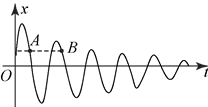
时刻甲、乙两单摆的位移相等，但是由于两摆的摆长不等，则摆角不等，选项D正确；故选D。

1. 拍现象是由满足一定条件的两个简谐振动合成时产生的一种现象，下列说法正确的是：[ B ]
2. 同方向、同频率的两个简谐振动合成
3. 同方向、频率较大但频率差很小的两个简谐振动合成
4. 振动方向互相垂直，同频率的两个简谐振动合成
5. 振动方向互相垂直、频率成整数倍的两个简谐振动合成

**解：**由拍的定义可知，B选项正确。

1. 一物体同时参与如下两个互相垂直的简谐振动：，，式中T为周期，则合振动的轨迹方程为：[ D ]
2. 
3. 
4. 
5. 

**解：**由可知，合振动的轨迹曲线为圆或椭圆，两分振动振幅相等，因此合振动轨迹方程为：。

1. ****如图所示是单摆做阻尼振动的振动图象，下列说法正确的是：[ B ]
2. 摆球时刻的动能等于时刻的动能
3. 摆球时刻的势能等于时刻的势能
4. 摆球时刻的机械能等于时刻的机械能
5. 摆球时刻的机械能小于时刻的机械能

**解：**因为单摆做阻尼振动，因为要不断克服空气阻力做功，振幅逐渐减小，使得机械能逐渐转化为其他形式的能，机械能不断减小，由于、两时刻单摆的位移相同，位置一样，所以势能相等，因为机械能减小，所以动能减小，B正确。

1. 判断题
2. 物体作简谐振动时，其回复力的大小与物体相对平衡位置的位移成正比，方向始终与位移方向相反，总指向平衡位置。

**解：**正确。根据可判断，以上说法正确。

1. 质点在相对平衡位置的位移成正比且方向相反的合外力作用下的运动就是简谐运动。

**解：**正确。根据简谐振动的判据，合外力与位移成正比，且方向相反的运动，为简谐振动。

1. 因为简谐振动过程是能量守恒的过程，所以凡是能量守恒的过程都是简谐运动。

**解：**错误。简谐振动的过程是能量守恒的，但能量守恒的运动不一定都是简谐振动。

1. 两个相同的弹簧挂着质量不同的物体，当它们以相同的振幅作简谐振动时，振动总能量相同。

**解：**正确。 根据简谐振动的能量，相同的弹簧相同的振幅，则振动总能量相同。

1. 简谐振动的总能量与振幅的平方成正比只适用于弹簧振子。

**解：**错误。总能量与振幅的平方成正比适用于所有的简谐振动，而简谐振动不仅仅包含弹簧振子模型。

1. 同方向同频率的两个谐振动的合振动的初相只与两分振动初相有关，与两分振动的振幅无关。

**解：**错误。根据同方向同频率简谐振动的合成，合振动初相可表示为：，不仅与两分振动的初相有关，也与两分振动的振幅有关。

1. 两个同方向同频率的简谐运动合成后，其合振动的频率是分运动频率的两倍。

**解：**错误。两同方向同频率的简谐振动合成后，其合振动仍为同频率的简谐振动，因此合振动的频率与分振动频率相同。

1. 稳定受迫振动的频率大于策动力的频率。

**解：**错误。稳定受迫振动为稳定等幅振动，根据可知，由于阻尼的存在，受迫振动的频率不可能大于策动力的频率。

1. 填空题
2. 简谐振动的三个判据分别**\_\_\_、\_\_位移或其他物理量随时间按余弦或正弦规律变化\_、\_\_满足微分方程\_\_**。
3. 在两个相同的弹簧下各悬一物体，两物体的质量比为，则二者作简谐振动的周期之比为**\_ 2:1\_\_\_\_**。

**解：**周期为，质量之比为，则周期之比为2:1。

1. 一弹簧振子系统具有1.0 J的振动能量，0.10 m的振幅和1.0 m/s的最大速率，则弹簧的劲度系数为\_**\_2×102 N/m**\_\_\_\_\_\_，振子的振动频率为\_\_**1.6Hz\_**\_\_\_\_\_。

**解：**已知振幅，由可得：弹簧的劲度系数*k*=2×102 N/m；

最大速率可得：rad，则Hz。

1. 上面放有物体的平台，以每秒5次的频率沿竖直方向作简谐振动，若平台振幅超过 **1.0×10-2m** ，物体将会脱离平台（设）。



**解：**对平台上物体有

物体脱离平台时必须*N* = 0，即在平台最高点时，物体会脱离平台，由最大加速度， 得最大振幅为。

1. 一质点作简谐振动，速度最大值cm/s，振幅*A*=2cm。若令速度具有正最大值的那一时刻为*t*=0，则振动表达式为\_\_。

**解：**根据题意，则；计时起点为速度有正最大值时，因此初相为。

1. 两个同方向同频率的简谐振动，其振动表达式分别为：(SI)和(SI)，它们的合振动的振幅为，初相位为****



**解：**将*x*2改写成余弦函数形式有：



由矢量图可知，*x*1和*x*2反相，合成振动的振幅： 。合振动初相与第一个分振动初相相同。

1. 一系统作简谐振动，周期为*T*，以余弦函数表达振动时，初相为零。在范围内，系统在*t* =\_\_\_\_\_\_\_\_时刻动能和势能相等。

**解：**根据题意，简谐振动方程可表示为：，速度，因此动能，势能，动能势能相等，即：，代入位移和速度，可得，在范围内，。

1. 已知两个分振动表达式分别为：，，合振动的轨迹是\_\_**圆心在坐标原点，半径为2cm的圆**\_\_\_曲线。

**解：**由分振动方程，，消去*t*，可得轨迹方程：，即合振动轨迹是圆心在坐标原点，半径为2cm的圆。

1. 计算题
2. 一质量*m* = 0.25 kg的物体，在弹簧的弹性力作用下沿*x*轴运动，平衡位置在原点。弹簧的劲度系数*k* = 25 N·m-1．

(1) 求振动的周期*T*和角频率。

(2) 如果振幅*A* =15 cm，*t* = 0时物体位于*x* = 7.5 cm处，且物体沿*x*轴反向运动，求初速*v*0及初相。

(3) 写出此振动的振动方程。

**解：** (1) 由题意角频率：

周期：  s

(2)  *A* = 15 cm，在 *t* = 0时，*x*0 = 7.5 cm，*v*0 < 0

由 

得：初速度；

由*x*0 = 7.5 cm>0，*v*0 < 0，根据旋转矢量，初相 。

(3) 振动方程为：（SI）。

1. 一物体放在水平木板上，木板以的频率沿水平直线作简谐运动，物体和水平木板之间的静摩擦系数。求物体在木板上不滑动的最大振幅Amax。



**解：**如图建立坐标系，作受力分析，由题意可列出下列方程：



由（5）式得：，再联立(4)、(6)式得最大振幅：

1. 一质量为的物体做简谐振动，振幅为，周期为，当时位移为，求：
2. 时，物体所在的位置及此时所受力的大小和方向；
3. 由起始位置运动到处所需的最短时间；
4. 在cm处物体的总能量。

**解：**（1）由题意可得，，

振动方程： 

将代入运动方程可得：

由，可知受力大小，方向沿x轴负向。

1. 当物体从初始位置运动到，由于需要最短时间，根据旋转矢量法，，所以。
2. 由于简谐振动机械能守恒，因此在任一位置处或任一时刻的总能量均为：J。
3. 问答题

任何一个实际的弹簧都是有质量的，如果考虑弹簧的质量，弹簧振子的振动周期是将变大还是变小？为什么？

**答：**考虑弹簧的质量后，弹簧振动周期将变大。定性来讲，一个振动系统质量越大，惯性也越大，则振动频率减小，振动周期将增大。

**定量的分析如下：**假设弹簧原长,质量*m*，另一端系一质量*M*的物体组成弹簧振子。在弹簧上取一微元*ds*,与弹簧固定端的距离为*s*,则它的质量，位移是，故它的动能为,则整根弹簧的动能为：，质量为M的物体动能为：

以平衡位置为势能零点，弹簧的势能，整个系统机械能守恒。将上式对时间求导，经整理最后可得：，令。由此可知，该振动是简谐振动，其周期为。与不考虑弹簧质m时的周期相长，其周期增长了。