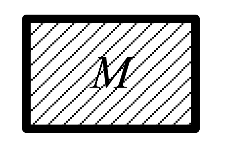
1. 简答题（10道40分）
2. 图片包含 文本

   AI 生成的内容可能不正确。图标

   AI 生成的内容可能不正确。机械系统三要素，画出表示形式，分析作用

作用：

惯性元件反映机械系统的惯性特征；

弹性元件反映机械系统的弹性特征；

阻尼元件反映机械系统的耗能特征

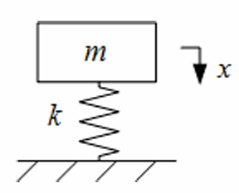
1. 一个简谐运动，位移最大0.1，频率20hz求最大速度最大加速度

设运动方程为，求导得到





1. 单自由度无阻尼系统求解，给出初始位移和初始速度

以平衡位置为坐标原点



设①



由①，，代入初始值



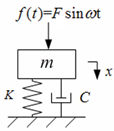
得到

1. 求阻尼比取值为什么情况下单自由度阻尼系统为减幅振荡，并且写出求解阻尼比的过程

阻尼比时为减幅振荡。

，固有频率，阻尼比

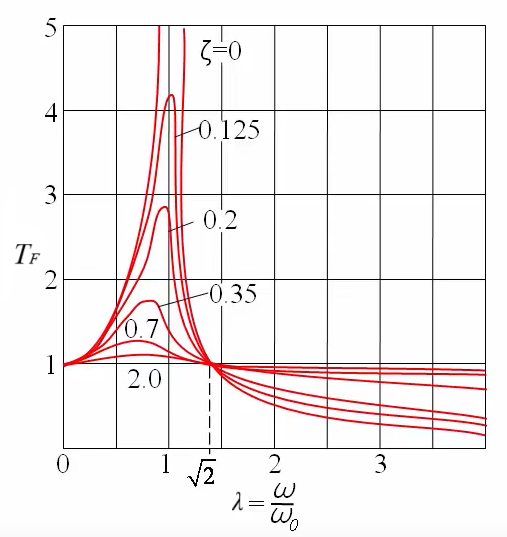
1. 单自由度阻尼系统受迫振动的位移幅值曲线有极大值，分析极大值点对应的频率是不是固有频率，分析原因，并且分析阻尼比什么情况下位移有极大值



受迫振动的解分为两部分，特解和齐次解。齐次解为瞬态响应，不断衰减。仅考虑作为稳态响应的特解。设特解的形式为

可以解得

，这里

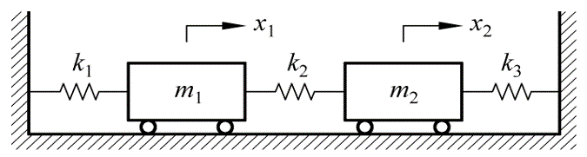
易知时取到极大值，不是固有频率。

，即时位移有极大值。

1. 自行车有弹簧，分析弹簧的作用，并说明怎么选择弹簧

作用：既有积极隔振（骑手振动向车架传递）也有消极隔振（减少地面不平导致振动向骑手传递）​二者都要求固有频率低，也即低刚度弹簧

1. 分析求解两系统自由度的固有频率，固有振型的过程，n自由度有几个固有频率和固有振型还要求什么忘了（正则振型，主坐标？）



方程的一般形式



设

以上方程化为①

由方程有非零解，



由此可以解得两个固有频率

将固有频率代回到①式中，可以求解出两组

对应；对应

记

其中和即为**振型向量**

n自由度有n个固有频率和固有振型，分析过程如下：

方程为

即

设

则有 



代入，

即

当且仅当系数行列式等于零时，以上方程存在非零解，即



可以求出n个固有频率。

将求得的固有频率代回到



其中即其固有振型。

使的为正则振型

为主坐标。

1. 两自由度系统其中一个受到（简谐激励）力的作用之后的运动是不是简谐运动

对于单自由度的受迫振动来说，响应是自由振动和简谐激励的结果之和，如果不存在阻尼那么一定是同频率简谐振动的叠加，也是简谐运动。如果有阻尼，自由振动部分一定不是简谐振动，所以最后的响应也一定不是简谐振动。​​

1. 两种吸振器的原理和作用场合

**原理**

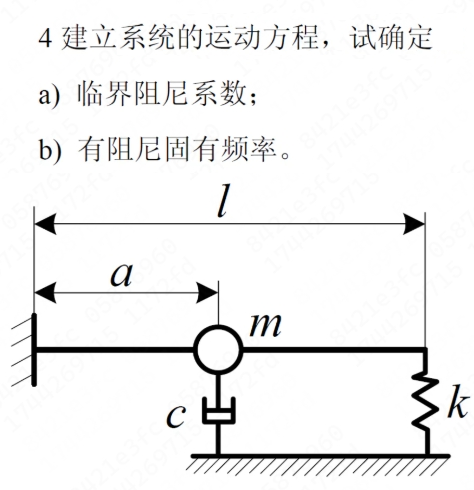
* **有阻尼吸振器**：阻尼器将振动能量转化为热能等其他形式的能量并耗散掉，从而达到减振的目的。阻尼的存在使得吸振器在较宽的频率范围内都能有效地吸收振动能量。
* **无阻尼吸振器**：当激励频率与吸振器的固有频率相等时，主系统的振动幅值趋近于零。这种吸振器在理论上可以实现对特定频率振动的完全消除。

**作用场合**

* **有阻尼吸振器**：适用于需要宽频带减振的场合。 如高层建筑。
* **无阻尼吸振器**：主要应用于控制特定频率振动或控制要求较高的场合。例如旋转机械，激励是正弦激励，完全吸振。

1. 如何选择自由度的数量来简化多自由度动力学模型

通过对系统的模态分析，确定其主要的模态特性，如模态频率、模态阻尼和模态形状等。根据分析结果，选择对系统动力学特性影响较大的模态所对应的自由度，忽略影响较小的模态对应的自由度，从而简化模型。

1. 计算题（4道60分）
2. 建立图示系统的运动方程，求其临界阻尼系数和有阻尼固有频率。

以顺时针为坐标正方向，平衡位置为原点

由动量矩定理



上式化为





临界阻尼系数

有阻尼固有频率

1. 一物块从距弹簧上端处掉下，与弹簧相撞后与其一起做自由振动，弹簧刚度为，物块重，求振动周期与振幅。

质量，可知周期为

振幅采用能量法，以平衡位置为零势能点，最大动能等于最大势能

平衡位置时可知

此处动能最大，由动能定理，



解得振幅

1. 图示

   AI 生成的内容可能不正确。建立车辆的动力学模型，这里只考虑车体的上下与俯仰振动，把车辆简化为两自由度系统。已知车体质量为，绕质心回转半径为，前轴与质心的距离为，后轴与质心的距离为，前轮悬挂刚度为，后轮悬挂刚度为。试确定车辆质心的铅垂运动及绕质心的俯仰运动的固有频率与固有振型。

手机屏幕截图

AI 生成的内容可能不正确。

解：如图所示，取车体质心的铅垂向坐标和绕横向水平质心轴的转角为广义坐标。

由动量矩定理和牛顿第二定律



移项可得



其中

即

令矩阵中的系数为

方程写为

设

代入方程中，可以得到



由方程存在非零解知



解该方程即可得到固有频率。







这个式子打出来将会超过屏幕宽度。

振型向量（固有振型）



在考场上可以写出具体数值，这里就不打了

1. 图示

   AI 生成的内容可能不正确。一个二自由度系统第一问求固有频率固有振型，第二问解耦，第三问求解

见提纲对二自由度自由振动的分析，这里粘贴过来

**数学方程**

****

整理得

****

位移向量

写为矩阵形式

刚度矩阵



质量矩阵

可以得到数学方程的一般形式



其中

设

得到**** ①

由微分方程理论，，也即

方程①化为 ②

方程具有非零解的条件为和的系数行列式等于零。



化简得



解该方程，

称为该系统的两个**固有频率**。为第一阶固有频率，又称为基频；为第二阶固有频率。当系统分别以频率和进行同步简谐运动时呈现的形状，称为系统的**固有振型**(或**主振型**)。

记时对应,时对应，





其中和称为**振型向量**或**模态向量。**

无阻尼自由运动的通解是两种不同频率的固有振动的叠加



式中常数由初始条件确定。

**坐标耦合和主坐标**

对于



或者说

****

显而易见两个方程是耦合的，不能各自独立求解。称为坐标耦合。



****

以上红圈即为耦合项。一般情况下，两自由度以上的振动系统的微分方程组都会出现耦合项，如果以矩阵形式表示，则耦合项体现在非对角元素上。振动微分方程通过刚度项来耦合，称为**静力耦合或弹性耦合。**振动微分方程通过质量项来耦合，称为**动力耦合或惯性耦合。**

取坐标变换（具体解释可以看多自由度的部分）



得到



能够使系统运动方程不存在耦合，成为相互独立方程的坐标，叫做**主坐标**或固有坐标。

**数学解**

若初始条件为

记解为



解得





这个题应该是数值计算，具体可以参考2022春第四大题