一、实验目的

(1)理解驻波理论及应用

(2)掌握利用驻波法测量音叉振动频率的系统设计,数据测量与处理方法

(3)学习以电动音又产生弦振动的系统设计、调节和测量技能

(4)拓展研究弦振动在构件应力测量、弦乐器加工,参数共振(二分频现象)实现等领域的相关应用

二、实验原理

两列波的振幅、振动方向和频率都相同,且有恒定的位相差,当它们在媒质内沿一条直线相向传播时,将产生一种特殊的干涉现象—驻波。

如果取入射波和反射波的振动相位始终相同的点作为坐标原点,且在X=0处,振动点向上到达最大位移时开始计时,则它们的波动方程分别为

(3-5-1)

(3-5-2)

式中:A为波的振幅,f为频率,A为波长,x为弦线上各个质点的位置坐标

两波叠加后的合成波为驻波,其方程为

(3-5-3)

式中:y为各个质点相对自己的平衡位置的位移。由式(3-5-3)可知,人射波与反射波合成后,弦线上各点都在做频率相同的简谐振动,振幅为2Ac0s2x2,即驻波的振幅与时间无关,而与质点的位置x有关。在处,各点静止不动,振幅为零,称为驻波波节。在处,各点振幅最大,称为驻波波腹。由以上讨论可知,波节处振动的振幅为零,始终处于静止:波腹处振动的振幅最大;其他各点处振动的振幅在零与最大之间。两个相邻波节或两相邻波腹之间的距离为λ/2,波腹和波节交替作等距离排列。相邻两波腹(或波节)间距离是半个波长,因此,只要测得相邻两波节(或波腹)间的距离,就能确定该波的波长,

2.音又弦振动仪

音叉一臂的末端A系一根水平弦线,弦线的另一端通过滑轮系一质量为m的砝码,使弦线因紧绷而产生张力。接通电源调节螺钉使音又起振,音又带动弦线A端振动,由A端振动产生的波沿弦线向右传播,称为入射波。当波动传播至劈形挡板B点时,波动被反射并沿弦线向左传播,称为反射波,这两列波满足相干条件,在弦线上叠加后,将会相互干涉。当B点移动到适当位置时,弦线上就会形成稳定的驻波:弦线上有些点始终不动,形成驻波的波节;而有些点振动最强,形成驻波的波腹。音叉弦振动仪上驻波的产生要在弦线上得到振幅最大且稳定的驻波,可采取两种方法:第一种方法是固定弦线长度,改变张力;第二种方法是固定张力,改变弦线长度,使A、B间的距离等于驻波半波长的整数倍。当使弦线从音叉末端A点到劈形挡板B的距离L等于半波长的整数倍时,即

(3-5-6)

就得到了振幅最大且稳定的驻波,且A、B两点均为波节。式(3-5-6)中n为正整数,等于波腹的总个数,显然,由式(3-5-6)可得到沿弦线传播的横波波长为

(3-5-7)

当横波沿弦线传播时,在弦线张力T不变的情况下,根据波动理论得到,横波的传播速度n、张力T和弦线的线密度p(单位长度的质量)之间有如下关系:

(3-5-8)

设弦线的振动频率为f,弦线上传播的横波波长为入,则根据u=f·x可得

(3-5-9)

式(3-5-9)为弦线上驻波波长与张力和线密度之间的关系式。如果音叉起振,则弦线上各点将在音叉的带动下以同样于音叉的振动频率振动,因此,弦线的振动频率f就是音叉振动频率。这样,在音叉振动频率和弦线密度确定的情况下,波长入仅是张力T的函数,因此有

(3-5-10)

式中:L、T、p均可由实验直接测得。利用式(3-5-10)可以求得弦线的振动频率,即音叉的频率

三、实验仪器

实验用电动音叉

四、实验内容

(1)弦线一端悬挂钩码(25g),绕过定滑轮,并调节定滑轮高低,使弦线与桌面平行(水平)

(2)接通电源,调节音叉电路连通点(音叉臂上弹簧片与螺栓尖端的接触状态),使音叉起振并稳定振动，旋紧螺母保证音叉持续工作稳定

(3)保持音又臂与弦线平行,左右移动音叉(板),观察弦线上的振动现象,同时避免悬挂的钩码摆动

(4)调整弦线长度合适,按测试条件使弦线上出现包含有一定数目波腹的驻波(波节点明显,波腹振幅稳定不随时间发生变化)

(5)利用钢卷尺,测量并记录弦线上波节点间距离,记录音叉上的频率标准值

(6)代入公式,计算弦线上弦振动的波长与波速,将计算得到的音又振动频率与标准值进行对比

(7)利用作图法处理,计算得到音又的振动频率,并与标准值进行对比