

计算题：

第一章

作业 1： 1、 2

作业 2： 2

作业 3

作业 4

第二章

作业 1： 1

作业 2： 链条从桌上滑下（课上例题和期中考题）

作业 3： 1、 2、 3

第三章

作业 1： 1

作业 2： 2

作业 3： 1、 2、 3

第四章

作业 1： 1

作业 2： 3

第五章

作业 1： 1、 课上例题（见下图）

### 例1

一汽车发动机的转速在7.0 s内由200转/分均匀地增加到3000转/分，试求：

- (1) 这段时间内的初角速度和末角速度；
- (2) 这段时间内的角加速度；
- (3) 这段时间内转过的角度和圈数；
- (4) 发动机轴上装有一半径为  $r=0.2\text{m}$  的飞轮，则它的边缘上一点在这第7.0 s末的切向加速度和法向加速度分别为多少？

解：(1) 初角速度： $\omega_0 = 200 \text{ (转/分)} = 20.93 \text{ (rad/s)}$

末角速度： $\omega = 3000 \text{ (转/分)} = 314 \text{ (rad/s)}$

$$(2) \alpha = \frac{\omega - \omega_0}{\Delta t} = \frac{314 - 20.93}{7} = 41.87 \text{ (rad/s}^2\text{)}$$

$$(3) \Delta\theta = \omega_0 \cdot \Delta t + \frac{1}{2} \alpha (\Delta t)^2 = 20.93 \times 7 + \frac{1}{2} \times 41.87 \times 7^2 = 1173.1 \text{ (rad)}$$

### 例1

一汽车发动机的转速在7.0 s内由200转/分均匀地增加到3000转/分，试求：

- (1) 这段时间内的初角速度和末角速度；
- (2) 这段时间内的角加速度；
- (3) 这段时间内转过的角度和圈数；
- (4) 发动机轴上装有一半径为  $r=0.2\text{m}$  的飞轮，则它的边缘上一点在这第7.0 s末的切向加速度和法向加速度分别为多少？

$$N = \frac{\Delta\theta}{2\pi} = \frac{1173.1}{2\pi} = 186.8$$

$$(4) \text{ 当 } t = 7 \text{ s 时: } \omega = 314 \text{ (rad/s), } \alpha = 41.87 \text{ (rad/s}^2\text{)}$$

$$a_t = \alpha r = 41.87 \times 0.2 = 8.37 \text{ (m/s}^2\text{)}$$

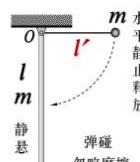
$$a_n = \omega^2 r = 314^2 \times 0.2 = 1.97 \times 10^4 \text{ (m/s}^2\text{)}$$

作业 2: 1

作业 3: 1、2

作业 4: 1、课上例题（见下图）

**例** 匀质直棒与单摆  
小球的质量相等  
两者共面共转轴



水平  
静止  
释放

弹碰  
忽略摩擦

**求**  $l'$  满足什么条件时，小球（视为质点）摆至铅垂位置与棒弹碰而小球恰好静止。直棒起摆角速度  $\omega = ?$

**解法提要** 对摆球、直棒系统

- **小球下摆阶段** 从水平摆到弹碰即将开始，由动能定理得  $mg l' = \frac{1}{2} m v^2$
- **弹碰阶段** 球、棒相碰瞬间在铅垂位置，系统受合外力矩为零，角动量守恒。  
刚要碰时系统角动量 刚碰过后系统角动量

$$m v l' + 0 = 0 + J \omega$$

球 棒 球 棒

弹碰过程能量守恒  $\frac{1}{2} J \omega^2 = \frac{1}{2} m v^2$  其中  $J = \frac{1}{3} m l^2$

联立解得  $l' = \frac{l}{\sqrt{3}} \approx 0.577 l, \omega = (2\sqrt{3} g/l)^{\frac{1}{2}} \approx 1.861 \sqrt{\frac{g}{l}}$

## 第七章 振动和波

### 一、填空

1、轻弹簧下端悬一质量为  $m$  的物体，弹簧伸长  $9.8\text{cm}$ ，若令物体上下做简谐振动，则  
振动周期为 \_\_\_\_\_。

2、一质点的简谐振动，函数为  $x = 0.005 \cos(8\pi t + \frac{\pi}{3}) \text{ m}$ ，则它的初相位  
为 \_\_\_\_\_，周期为 \_\_\_\_\_，最大速度为 \_\_\_\_\_。

3、一物体悬挂在劲度系数为  $k$  的轻弹簧下端，作简谐振动，当物体的位移等于\_\_\_\_\_时，其振动动能与势能相等。( 设振幅为  $A$  )

4、有  $A, B, C$  三个音叉； $A, C$  同时振动时每秒听到加强 2 次， $B, C$  同时振动时每秒听到加强 1 次，已知  $\nu_A = 400\text{HZ}$ ,  $\nu_B = 397\text{HZ}$ ,  $\nu_C =$  \_\_\_\_\_。

5、 $x_1 = 5 \cos(3t + \frac{\pi}{3})$ ,  $x_2 = 5 \cos(3t + \frac{4\pi}{3})$  ,此两分振动的相位差为\_\_\_\_\_，

6、一平面简谐波的波动方程为  $y = 0.2 \cos(20\pi t - 0.1\pi x + \pi)$  (SI) ，此波的振幅为\_\_\_\_\_，频率为\_\_\_\_\_，波长为\_\_\_\_\_，波速为\_\_\_\_\_。

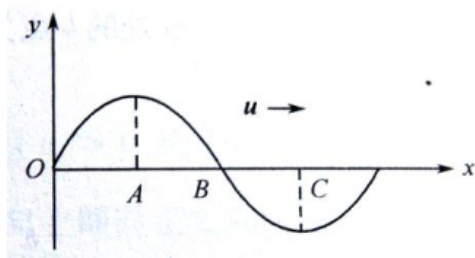
7、波线上两点  $A, B$  相距  $\frac{1}{3}m$ ，相应  $B$  点振动比  $A$  点滞后  $\frac{1}{24}s$ ，而相位落后  $30^\circ$ ，则波

速为 \_\_\_\_\_。

8、一沿  $OX$  轴正向传播的平面简谐波在某时刻的波形如图所示，则图中所示的位于

$A, B, C$  处的三个质元中，动能 \_\_\_\_\_ 最大的是 \_\_\_\_\_，

势能最大的是 \_\_\_\_\_。



9、钢轨中声速为  $5.1 \times 10^3 m/s$ ，今有一声波沿钢轨传播，在某处振幅为  $1 \times 10^{-9} m$ ，频

率为  $1 \times 10^3 HZ$ ，钢的密度为  $7.9 \times 10^3 kg/m^3$ ，钢轨的截面积按  $15 cm^2$  计算，则声波在

该处的强度为 \_\_\_\_\_；声波在该处通过钢轨输送的功率为 \_\_\_\_\_。

10、一警笛发射频率为  $1500\text{HZ}$  的声波，并以  $22\text{m/s}$  的速度向前运动，在警笛后方有一人以  $6\text{m/s}$  的速度跟踪其后，则此人听到警笛的频率为 \_\_\_\_\_。(空气中声速为  $330\text{m/s}$ )

## 二、选择

1、一简谐振动的角频率为  $10\text{HZ}$ ，当  $t=0$  时，位移为  $0.075\text{m}$ ，速率为  $0.75\text{m/s}$ ，若初速度与位移同向，则运动方程为：

(A)  $x = 0.106 \cos(10t + \frac{\pi}{4})$

(B)  $x = 0.106 \cos(10t - \frac{\pi}{4})$

(C)  $x = 0.106 \cos(10t + \frac{3\pi}{4})$

(D)  $x = 0.106 \cos(10t - \frac{3\pi}{4})$

2、一竖直悬挂的弹簧振子原来处于静止状态，用力将振子向下拉  $0.02m$  后释放，使之作简谐振动，并测得振动周期为  $0.2s$ ，以竖直向下为  $OX$  轴正方向，释放时为计时零点，则其运动函数为：

( A )  $x = 0.02 \cos(10\pi t + \pi)$  ;      ( B )  $x = 0.02 \cos(0.4\pi t + \pi)$  ;

( C )  $x = 0.02 \cos 0.4\pi t$  ;      ( D )  $x = 0.02 \cos 10\pi t$  。

3、一弹簧振子作简谐振动，当位移为振幅的一半时，其势能为总能的

( A )  $\frac{1}{2}$       ( B )  $\frac{\sqrt{3}}{2}$       ( C )  $\frac{1}{4}$       ( D )  $\frac{3}{4}$

4、两同频率，同振幅的弹簧振子  $P, Q$  沿  $OX$  轴作简谐振动，当振子  $P$  自平衡位置向负

向运动时，振子  $Q$  在  $x = -\frac{A}{2}$  ( $A$  为振幅) 向负向运动，则两者相位差  $\varphi_Q - \varphi_P$  为

- (A)  $\frac{\pi}{2}$       (B)  $\frac{2\pi}{3}$       (C)  $\frac{\pi}{6}$       (D)  $\frac{5\pi}{6}$

5、机械波在均匀介质中传播的速度

- (A) 与波长成正比；                      (B) 与频率成正比；  
(C) 由介质性质决定，与频率无关；(D) 由振源决定，与介质无关。



6、已知一列平面简谐波沿  $OX$  轴正向传播，波速为  $u = 400\text{m/s}$ ，频率为  $\nu = 20\text{HZ}$ 。

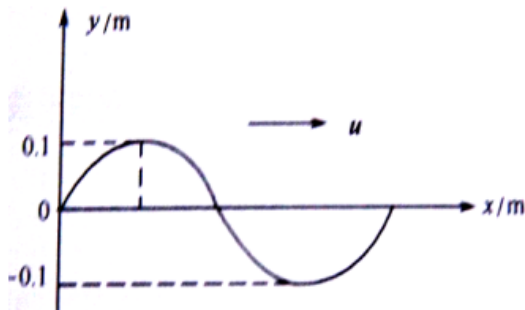
$t = 0$  时刻的波形如图所示，则波动表达式为 ( SI )

( A )  $y = 0.1 \cos \left[ 20\pi \left( t - \frac{x}{400} \right) + \frac{\pi}{2} \right] ;$

( B )  $y = 0.1 \cos \left[ 20\pi \left( t - \frac{x}{400} \right) - \frac{\pi}{2} \right] ;$

( C )  $y = 0.1 \cos \left[ 40\pi \left( t - \frac{x}{400} \right) + \frac{\pi}{2} \right] ;$

( D )  $y = 0.1 \cos \left[ 40\pi \left( t - \frac{x}{400} \right) - \frac{\pi}{2} \right] .$



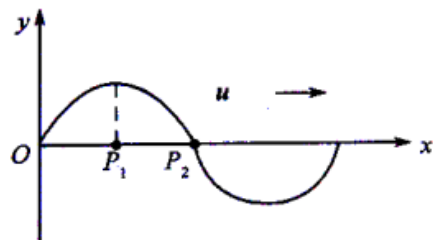
7、如图，一平面简谐波沿  $Ox$  轴正向传播，

时刻  $P_1$  振动的相位为  $6\pi$ ，经  $t = \frac{T}{4}$  后与  $P_1$  点

的  $P_2$  点振动的相位是

(A)  $5.5\pi$       (B)  $6\pi$

(C)  $6.5\pi$       (D)  $7\pi$



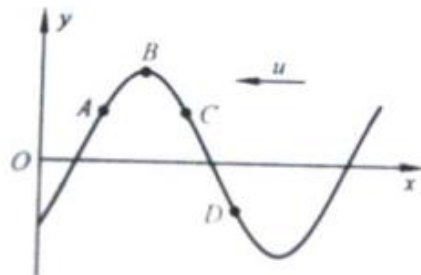
若某一

相距  $\frac{\lambda}{4}$

8、如图所示，有一横波在时刻  $t$  的波形

沿  $OX$  轴负向传

播，则在该时刻



(A) 质点  $A$  沿  $Oy$  轴负向运动；

(B) 质点  $B$  沿  $Oy$  轴正向运动；

(C) 质点  $C$  沿  $Oy$  轴负向运动；

(D) 质点  $D$  沿  $Oy$  轴正向运动。

9、有两列频率相同，振动方向相同，波长相同，相位差恒定，但振幅不同的波，在同一直线上沿相反方向进行，则它们

( A ) 不是相干波，但可以形成驻波；

( B ) 是相干波，但不能形成驻波；

( C ) 不是相干波，也不能形成驻波 ；

( D ) 是相干波，也能形成驻波。

10、一驻波波函数为  $y = 0.02 \cos 20x \cos 750t$  , 则形成此驻波的两行波的振幅和波速为 : ( 设两行波的振幅 , 频率相同 )

- ( A )  $A = 0.01m$ ;  $u = 3.75m$       ( B )  $A = 0.01m$ ;  $u = 37.5m$   
( C )  $A = 0.02m$ ;  $u = 3.75m$       ( D )  $A = 0.02m$ ;  $u = 37.5m$

### 三、计算

- 1、 如图 , 一质量为  $m$  的物体连接在两轻弹簧上 , 此两轻弹簧的劲度系数分别为  $k_1, k_2$  ;  
物体被放在光滑的平面上。( 1 ) 试证明 : 当把物体拉出一微小位移松开后 , 它将作简谐

3、一弹簧振子的质量为  $m = 0.1\text{kg}$ ,  $\nu = 5\text{HZ}$ . ;  $t = 0$  时,  $x_0 = 10\text{cm}$ ,  $v_0 = \pi\text{m/s}$

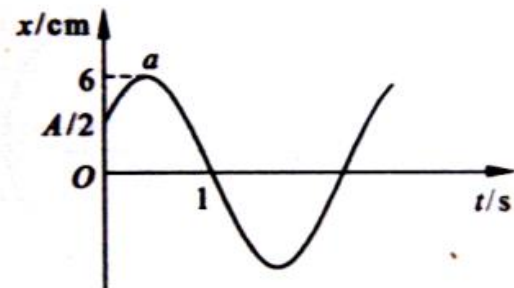
试求 : ( 1 ) 振幅 , 角频率及初相位 ; ( 2 ) 运动方程。

4、一简谐振动函数  $x = 0.1\cos(20\pi t + 0.25\pi)\text{m}$  ; 试求 : ( 1 ) 振幅 , 角频率 , 频率 , 周期及初相位 ; ( 2 )  $t = 2\text{s}$  时的位移 , 速度和加速度。

5、已知简谐振动的曲线如图所示

试求 : ( 1 ) 振动方程 ; ( 2 )  $a$  点的相位 ;

( 3 )  $a$  点对应的时刻。



6、一物体沿  $X$  轴作简谐振动，振幅  $A = 0.12m$ ,  $T = 2s$ ， $t = 0$  时， $x_0 = 0.06m$ ，且向

$X$  轴正向运动；试求：( 1 ) 初相位

( 2 ) 当  $x = -0.06m$  且向  $X$  轴负向运动时，物体的速度，加速度。

( 3 ) 从 ( 2 ) 中位置开始到第一次回到平衡位置所需时间。

7、一平面简谐波在介质中以速度  $20m \cdot s^{-1}$  沿  $OX$  轴负向传播，已知波线上  $a$  点的振动方

程为  $y_a = 3 \cos 4\pi t$  ( SI )；试求：( 1 ) 以  $a$  为坐标原点写出波动方程；( 2 ) 距  $a$  点  $2m$

且处于  $a$  点右方的  $c$  点的运动函数。

8、一平面简谐波沿  $OX$  轴正向传播，波函数为  $y = 0.05 \cos(10\pi t - 4\pi x)$  (SI)；

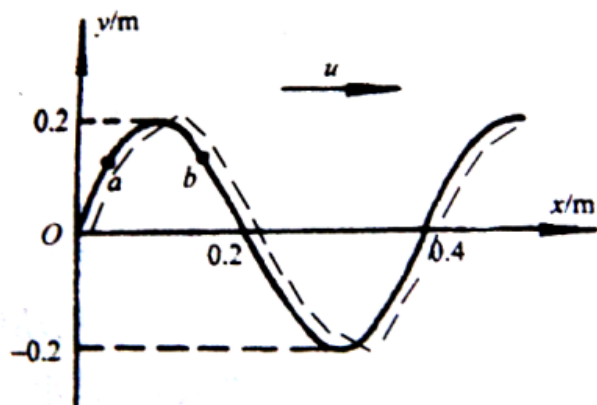
试求：(1) 此波的振幅，波速，频率和波长；(2) 各质元振动的最大速度和最大加速度。

9、一平面简谐波沿  $OX$  轴正向传播，波速为

$u = 0.08 \text{ m/s}$ ， $t = 0$  时刻的波形图如图所示；

试求：(1) 坐标原点的振动方程；

(2) 波动方程；(3)  $a, b$  两点的振动方向。





## 第八章 狭义相对论

### 一、填空

- 1、测得不稳定粒子  $\pi^+$  介子的固有平均寿命是  $2.6 \times 10^{-8} s$  , 如果它相对实验室以  $0.8c$  的速度运动, 那么在实验室中测得  $\pi^+$  介子的寿命是\_\_\_\_\_。
- 2、飞船以相对地球  $0.95c$  的速率在宇宙中飞行, 飞船上的观测者测得飞船的长度为  $55.2m$  , 地球上的观测者测得飞船的长度为\_\_\_\_\_。
- 3、电子的静止质量为  $m_0$  , 当电子以  $0.8c$  的速度运动时, 它的质量是\_\_\_\_\_。
- 4、一质子静止质量为  $m_0 = 1.67 \times 10^{-27} kg$  , 在实验室中加速到  $0.99c$  的速度, 则它的相对论的总能量为\_\_\_\_\_, 动能为\_\_\_\_\_。

5、一正方形边长  $a$ ，如果沿边长方向以  $0.8c$  的速度运动，相对观测者静止的参考系中测得其面积为\_\_\_\_\_。

## 二、选择

1、在狭义相对论中，下列说法错误的是？

(A) 在一惯性系中发生于同一时刻、不同地点的两个事件在其它一切惯性系中也都同时发生。

(B) 质量、长度、时间的测量结果都是随物体与观察者的相对运动状态而改变的。

(C) 一切运动物体相对于观察者的速度都不能大于真空中的光速。

(D) 在任何惯性系中，光在真空中沿任何方向的传播速度都相同。

2、一米尺沿其纵向相对于观测室运动，测得其长度为  $0.64m$ ，其运动速率为：

(A) 0； (B)  $0.77c$ ； (C)  $0.6c$ ； (D)  $c$ 。

3、宇宙飞船相对于地面以速度  $v$  作匀速直线飞行，某一时刻飞船头部的宇航员向飞船尾部发出一光信号，经过  $\Delta t$ （飞船上的时钟）时间后，被尾部的接收器接收到，则由此可知飞船的固有长度为：

(A)  $v \cdot \Delta t$  (B)  $c \cdot \Delta t$  (C)  $c \cdot \Delta t \cdot \sqrt{1 - (v/c)^2}$  (D)  $\frac{c \cdot \Delta t}{\sqrt{1 - (v/c)^2}}$

4、 $S$ 和 $S'$ 是两个平行的惯性系， $S'$ 系相对于 $S$ 系以  $0.6c$  的速率沿  $ox$  轴运动，在 $S$ 系某点发生一事件，在 $S$ 系测得其所经历的事件为  $8s$ ，则在 $S'$ 系中测得经历的时间为

(A)  $6.4s$  (B)  $8s$  (C)  $10s$  (D)  $12.5s$

5、宇宙飞船以  $0.6c$  的速率飞经地球时，与地球上的钟校准且指示均在 12:00。宇宙飞船测定在下午 12:30 通过一个相对地球静止的空间站，空间站时钟指示：

- (A) 12:37:30      (B) 12:24:00      (C) 12:30:00      (D) 12:35:00

6、一静止质量为  $m_0$  的粒子，由静止加速到  $0.6c$ ，需要对该粒子作的功为：

- (A)  $0.17m_0c^2$  ; (B)  $0.25m_0c^2$  ; (C)  $0.36m_0c^2$  ; (D)  $1.25m_0c^2$ 。

### 三、计算

2、观察者甲和乙分别静止于两个惯性参照系  $S$  和  $S'$  中，甲测得在同一地点发生的两个事件的时间间隔为  $2s$ ，而乙测得这两个事件的时间间隔为  $3s$ ，求：(1)  $S'$  系相对于  $S$  系的运动速度。(2) 乙测得这两事件发生地点的距离。

3、在  $S'$  系的  $x', y'$  平面内放置一固有长度为  $l_0$  的杆，该杆通过原点  $o'$  且与  $x'$  轴的夹角为  $\theta'$ ；设  $S$  和  $S'$  是两个平行的惯性系， $S'$  系相对于  $S$  系以  $u$  的速率沿  $ox$  轴运动；求：在  $S$  系中测得的杆长及杆与  $x$  轴的夹角。

4、已知  $\pi^+$  介子束的速度为  $0.73c$ ，其固有寿命为  $2.5 \times 10^{-8} s$ ，试求：在实验室中看来， $\pi^+$  介子在一个平均寿命期内飞过多大距离。

7、粒子的静能量为  $E_0$ ，当它高速运动时，其总能量为  $E$ ，已知  $\frac{E_0}{E} = \frac{4}{5}$ ；

试求：( 1 ) 此粒子运动的速率与真空中光速之比；( 2 ) 粒子的动能与总能量之比。

8、在  $h_0=6000m$  高层大气中产生一  $\mu$  子， $\mu$  子以  $0.998c$  的速率向地面飞来，静止的  $\mu$  子的平均寿命是  $2 \times 10^{-6}s$ ，问在  $\mu$  子衰变以前，能否到达地球？

9、宇航员要到离地球为 5 光年的星球去旅行。如果宇航员希望把这段路程缩短为 3 光年，请问他所乘的火箭相对地球的速度应是多少？

10、一个粒子静质量为  $m_0 = 9.11 \times 10^{-31}kg$ ，速率为  $1.0 \times 10^7 m/s$ ，试用相对论和非相对论性公式写出其动能各为多少？