

# 第一章 质点运动学

## 一、选择题

### 1. 位移与路程概念的理解

#### 第 1 题 | 【01A0101】

质点作圆周运动, 在  $t$  时刻质点的位置矢量为  $\vec{r}$ ,  $t$  至  $t + \Delta t$  时间内的位移为  $\Delta\vec{r}$ , 路程为  $\Delta s$ , 则

- (A)  $|\Delta\vec{r}| = \Delta s = \Delta r$
- (B)  $|\Delta\vec{r}| \neq \Delta s \neq \Delta r$ , 当  $\Delta t \rightarrow 0$  时, 有  $|\mathrm{d}\vec{r}| = \mathrm{d}s \neq \mathrm{d}r$
- (C)  $|\Delta\vec{r}| = \Delta s \neq \Delta r$ , 当  $\Delta t \rightarrow 0$  时, 有  $|\mathrm{d}\vec{r}| = \mathrm{d}s \neq \mathrm{d}r$
- (D)  $|\Delta\vec{r}| \neq \Delta s \neq \Delta r$ , 当  $\Delta t \rightarrow 0$  时, 有  $|\mathrm{d}\vec{r}| = \mathrm{d}s = \mathrm{d}r$

### 2. 速度与速率概念的理解

#### 第 2 题 | 【01A0201】

以下关于平均速度和平均速率的描述, 正确的是

- (A) 平均速度的大小就是平均速率
- (B) 平均速度的大小一定小于平均速率
- (C) 平均速度的大小一定大于平均速率
- (D) 平均速度的大小一定不大于平均速率

#### 第 3 题 | 【01A0202】

以下关于瞬时速度和瞬时速率的描述, 正确的是

- (A) 瞬时速度的大小就是瞬时速率
- (B) 瞬时速度的大小一定小于瞬时速率
- (C) 瞬时速度的大小一定大于瞬时速率
- (D) 瞬时速度的大小一定不大于瞬时速率

#### 第 4 题 | 【01A0203】

一质点在平面上作一般曲线运动, 其瞬时速度为  $\vec{v}$ , 瞬时速率为  $v$ , 某一段时间内的平均速度为  $\bar{\vec{v}}$ , 平均速率为  $\bar{v}$ , 则有

- (A)  $|\vec{v}| = v$ ,  $|\bar{\vec{v}}| = \bar{v}$
- (B)  $|\vec{v}| \neq v$ ,  $|\bar{\vec{v}}| = \bar{v}$
- (C)  $|\vec{v}| \neq v$ ,  $|\bar{\vec{v}}| \neq \bar{v}$
- (D)  $|\vec{v}| = v$ ,  $|\bar{\vec{v}}| \neq \bar{v}$

## 第 5 题 | 【01A0204】

下列说法正确的是

- (A) 平均速率等于平均速度的大小
- (B) 运动物体速率不变时，速度可以变化
- (C) 加速度恒定不变时，物体运动方向也不变
- (D) 不管加速度如何，平均速率表达式总可以写成 ( $v_1$ 、 $v_2$  分别为初、末速率)  $\bar{v} = \frac{v_1 + v_2}{2}$

## 第 6 题 | 【01A0205】

一运动质点做二维运动，位矢为  $\vec{r}(x, y)$ ，其中  $x$ 、 $y$  均为时间  $t$  的函数，下列式子中表示速度的大小的是

- (A)  $\sqrt{\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dt}\right)^2}$
- (B)  $\frac{d|\vec{r}|}{dt}$
- (C)  $\frac{d\vec{r}}{dt}$
- (D)  $\frac{dr}{dt}$

## 3. 加速度概念的理解

## 第 7 题 | 【01A0301】

以下关于质点运动的描述中，正确的是

- (A) 在直线运动中，加速度不断减小，则速度也不断减小
- (B) 在直线运动中，加速度的方向和速度的方向相同
- (C) 在某个过程中平均速率不为零，则平均速度也不可能为零
- (D) 若加速度的大小和方向不变，则速度的大小和方向可不断变化

## 第 8 题 | 【01A0302】

以下运动形式中， $\vec{a}$  保持不变的运动是

- (A) 单摆的运动
- (B) 匀速率圆周运动
- (C) 行星的椭圆轨道运动
- (D) 抛体运动

## 4. 切向和法向加速度概念的理解

## 第 9 题 | 【01A0401】

对于曲线运动的物体，以下说法中正确的是

- (A) 切向加速度必不为零
- (B) 速度的法向分量必为零
- (C) 若物体作匀速率运动，其总加速度必为零
- (D) 若物体的加速度为恒矢量，它一定作匀变速率运动

## 第 10 题 | 【01A0402】

以下说法正确的是

- (A) 质点做圆周运动时, 加速度一定与速度垂直
- (B) 质点做直线运动时, 法向加速度必为零
- (C) 质点做曲线运动时, 轨道最弯处法向加速度最大
- (D) 若某时刻质点的速率为零, 则其切向加速度必为零

## 第 11 题 | 【01A0403】

质点作曲线运动,  $\vec{r}$  表示位置矢量,  $\vec{v}$  表示速度,  $\vec{a}$  表示加速度,  $s$  表示路程,  $a_t$  表示切向加速度。(1)  $\frac{dv}{dt} = a$ , (2)  $\frac{d\vec{r}}{dt} = \vec{v}$ , (3)  $\frac{ds}{dt} = v$ , (4)  $|\frac{d\vec{v}}{dt}| = a_t$ , 关于以上四个表达式的判断, 正确的是  
(A) 只有 (1)(4) 是对的 (B) 只有 (2)(4) 是对的 (C) 只有 (2) 是对的 (D) 只有 (3) 是对的

## 二、填空题

## 1. 已知运动学方程求轨道方程

## 第 12 题 | 【01B0101】

已知质点的运动学方程为  $\vec{r} = 2t\vec{e}_x + (2 - t^2)\vec{e}_y$ , 则质点的轨道方程为\_\_\_\_\_。

## 第 13 题 | 【01B0102】

一质点的运动学方程为  $\vec{r} = A\cos(\omega t)\vec{e}_x + B\sin(\omega t)\vec{e}_y$ , 其中  $A$ 、 $B$ 、 $\omega$  为三个正的常数, 则质点的轨道方程为\_\_\_\_\_。

## 2. 已知运动学方程求位移和路程

## 第 14 题 | 【01B0201】

一质点沿  $x$  轴运动的规律是  $x = t^2 - 4t + 5(\text{SI})$ , 则前三秒内它的位移是\_\_\_\_\_m。

## 第 15 题 | 【01B0202】

有一质点做直线运动, 运动学方程为  $x = 4.5t^2 - 2t^3(\text{SI})$ , 则质点第 2 s 内的路程为\_\_\_\_\_m。

## 3. 已知运动学方程求速度

## 第 16 题 | 【01B0301】

某质点做直线运动, 其运动学方程为  $x = 4t - 2t^2(\text{SI})$ , 则在  $t = 0$  到  $t = 2 \text{ s}$  这段时间内, 质点的平均速度为\_\_\_\_\_m/s。

## 第 17 题 | 【01B0302】

某质点的运动学方程为  $\vec{r} = A \cos(\omega t) \vec{e}_x + B \sin(\omega t) \vec{e}_y + Ct \vec{e}_z$ , 其中  $A$ 、 $B$ 、 $C$ 、 $\omega$  均为正常数,  $t$  为时间, 则任意  $t$  时刻质点运动的速度为  $\vec{v} =$ \_\_\_\_\_。

## 第 18 题 | 【01B0303】

一质点在  $xy$  平面内运动, 其运动学方程为  $x = 6t(\text{SI})$  和  $y = 19 - 2t^2(\text{SI})$ , 则质点第 2 秒末的瞬时速度大小  $v_2 =$ \_\_\_\_\_m/s。

## 4. 已知运动学方程求加速度

## 第 19 题 | 【01B0401】

已知某质点的运动学方程为  $x = t + 2(\text{SI})$ ,  $y = t^2 + 2(\text{SI})$ , 则质点的加速度矢量表达式为  $\vec{a} =$ \_\_\_\_\_m/s<sup>2</sup>。

## 第 20 题 | 【01B0402】

已知某质点的运动学方程为  $\vec{r} = 4t^2 \vec{e}_x + (2t + 3) \vec{e}_y(\text{SI})$ , 则质点的加速度矢量表达式为  $\vec{a} =$ \_\_\_\_\_m/s<sup>2</sup>。

## 第 21 题 | 【01B0403】

一质点沿半径为  $R$  的圆周运动, 其路程  $s$  随时间  $t$  变化的规律为  $s = At - Bt^2$ , 式中  $A$ 、 $B$  为大于零的常量, 则  $t$  时刻质点的切向加速度  $a_t =$ \_\_\_\_\_。

## 第 22 题 | 【01B0404】

一质点沿半径为  $R$  的圆周运动, 其路程  $s$  随时间  $t$  变化的规律为  $s = At + Bt^2$ , 式中  $A$ 、 $B$  为大于零的常量, 则  $t$  时刻质点的加速度大小等于\_\_\_\_\_。

## 5. 已知运动学方程求角加速度

## 第 23 题 | 【01B0501】

质点沿半径为  $R$  的圆周运动, 运动学方程为  $\theta = 3 + 2t^2(\text{SI})$ , 其中  $\theta$  为以圆心为极点的极坐标系中质点的角位置, 则  $t$  时刻质点的角加速度为  $\beta =$ \_\_\_\_\_rad/s<sup>2</sup>。

## 6. 已知加速度求速度

## 第 24 题 | 【01B0601】

一质点沿  $x$  方向运动, 其加速度随时间变化关系为  $a_x = 3 + 2t(\text{SI})$ , 如果  $t = 0$  时质点的速度  $v_{0x} = 5 \text{ m/s}$ , 则当  $t = 3 \text{ s}$  时, 质点的速度  $v_x = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m/s}$ 。

## 第 25 题 | 【01B0602】

某做直线运动的物体的运动规律为  $a_x = -kv_x^2 t$ , 式中的  $k$  为大于零的常数。当  $t = 0$  时, 初速度为  $v_{0x}$ , 则任意  $t$  时刻的速度  $v_x = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

## 7. 已知角加速度求角速度

## 第 26 题 | 【01B0701】

一质点从静止出发沿半径  $R$  的圆周运动, 其角加速度随时间  $t$  的变化规律是  $\beta = 12t^2 - 6t(\text{SI})$ , 则质点的角速度  $\omega = \underline{\hspace{2cm}} \text{ rad/s}$ 。

## 8. 已知速度求运动学方程

## 第 27 题 | 【01B0801】

在半径为  $R$  的圆周上运动的质点, 其速率与时间关系为  $v = At^2$  (式中  $A$  为常量), 则从  $t = 0$  到  $t$  时刻质点走过的路程  $s(t) = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

## 9. 已知加速度求运动学方程

## 第 28 题 | 【01B0901】

一质点沿  $x$  轴运动, 其加速度为  $a_x = 6t(\text{SI})$ , 已知  $t = 0$  时, 质点位于  $x = 10 \text{ cm}$  处, 初速度  $v_{0x} = 0$ , 则该质点的运动学方程为  $\underline{\hspace{2cm}}(\text{SI})$ 。

## 10. 曲率半径

## 第 29 题 | 【01B1001】

设抛射体的初速度的大小为  $v_0$ , 抛射角为  $\theta$ , 则其抛物线最高点的曲率半径为  $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

## 11. 相对运动中位置之间的关系

## 第 30 题 | 【01B1101】

某个瞬间, 在某坐标系中,  $A$  的位置矢量为  $x_1 \vec{e}_x + y_1 \vec{e}_y$ ,  $B$  的位置矢量为  $x_2 \vec{e}_x + y_2 \vec{e}_y$ , 则  $A$  相对于  $B$  的位置矢量为\_\_\_\_\_。

## 12. 相对运动中速度之间的关系

## 第 31 题 | 【01B1201】

在相对地面静止的坐标系内,  $A$ 、 $B$  两船都以  $v$  速率匀速行驶,  $A$  船沿  $x$  轴正方向,  $B$  船沿  $y$  轴正方向。今在  $A$  船上设置与静止坐标系方向相同的坐标系, 那么在  $A$  船的坐标系中,  $B$  船的速度为\_\_\_\_\_。

## 三、计算题

## 1. 直线运动的速度和加速度

## 第 32 题 | 【01C0101】

离水面高度为  $H$  的岸上有人用绳索拉船靠岸, 人以恒定速率  $v_0$  拉绳, 求当船离岸的距离为  $s$  时, 船的速率和加速度的大小。

## 2. 已知加速度求速度和位置

## 第 33 题 | 【01C0201】

在有阻尼的介质中, 从静止开始下落的物体, 其运动过程中加速度为  $a_y = A + Bv_y$ , 其中  $A > 0$ 、 $B < 0$  为常量,  $v_y$  为速度。求: (1) 下落物体的起始加速度; (2) 下落物体加速度为零时的速度; (3) 下落物体任意  $t$  时刻的速度。

## 第 34 题 | 【01C0202】

一艘正在沿直线以速率  $v_0$  行驶的汽船, 关闭发动机后, 由于阻力得到一个与速度反向、大小与船速平方成正比的加速度, 即  $a_x = -kv_x^2$ ,  $k$  为常数。在关闭发动机后, 试求: (1) 船在  $t$  时刻的速率; (2) 在时间  $t$  内, 船行驶的距离; (3) 船在行驶距离  $x$  时的速率。

### 3. 已知运动学方程求轨道方程、速度和加速度，平面自然坐标系中的切向加速度、法向加速度和曲率半径

#### 第 35 题 | 【01C0301】

从某高楼天台以水平初速度  $\vec{v}_0$  射出一发子弹，取枪口为坐标原点，沿  $\vec{v}_0$  方向为  $x$  轴正方向，竖直向下为  $y$  轴正方向，并取发射时刻为时间原点，重力加速度大小为  $g$ ，求：(1) 子弹在  $t$  时刻的位置坐标；(2) 子弹的轨道方程；(3) 子弹在  $t$  时刻的速度、切向加速度和法向加速度。

#### 第 36 题 | 【01C0302】

质点作平面曲线运动，其运动学方程为  $x = 3t$ ,  $y = 1 - t^2$ 。求：(1) 质点运动的轨道方程；(2)  $t = 2\text{ s}$  时质点的速度和加速度；(3)  $t$  时刻，质点的切向加速度、法向加速度和所在处轨道的曲率半径。

### 4. 平面极坐标系中的速度和加速度

#### 第 37 题 | 【01C0401】

杆以匀角速  $\omega_0$  绕过其固定端  $O$  且垂直于杆的轴转动。以  $O$  为极点， $t = 0$  时刻杆所在方向为极轴，沿杆转动方向为极角正方向建立极坐标系。在  $t = 0$  时刻，位于  $O$  的小球从静止开始沿杆做加速度大小为  $a_0$  的匀加速运动。试求在上述极坐标系下，(1) 小球在  $t$  时刻的速度矢量的表达式；(2) 小球在  $t$  时刻的加速度矢量的表达式。

## 第二章 质点动力学

### 一、选择题

#### 1. 惯性的理解

##### 第 38 题 | 【02A0101】

关于惯性有下面四种表述，正确的是

- (A) 物体静止或作匀速运动时才具有惯性 (B) 物体在任何情况下均有惯性  
(C) 物体受力作变速运动时没有惯性 (D) 物体受力作变速运动才具有惯性

#### 2. 摩擦力的方向

##### 第 39 题 | 【02A0401】

自行车在无滑动向右行进过程中，两个车轮所受到的摩擦力

- (A) 前轮所受摩擦力向右，后轮所受摩擦力向右 (B) 前轮所受摩擦力向右，后轮所受摩擦力向左  
(C) 前轮所受摩擦力向左，后轮所受摩擦力向右 (D) 前轮所受摩擦力向左，后轮所受摩擦力向左

##### 第 40 题 | 【02A0402】

下列表述中正确的是

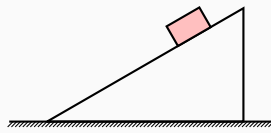
- (A) 质点运动的方向和它所受的合外力的方向相同  
(B) 质点的速度为零，它所受的合外力一定为零  
(C) 质点作匀速率圆周运动，它所受的合外力必定与运动方向垂直  
(D) 摩擦力总是阻碍物体间的相对运动，它的方向总是与物体的运动方向相反

#### 3. 牛顿第二定律的理解

##### 第 41 题 | 【02A0501】

一斜面原来静止于水平光滑平面上，将一木块轻轻放于斜面上，如图。如果此后木块能静止于斜面上，则斜面将





- (A) 保持静止      (B) 向左加速运动      (C) 向右加速运动      (D) 向右匀速运动

#### 第 42 题 | 【02A0502】

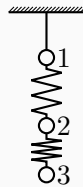
如图所示，手提一根下端系着重物的轻弹簧，竖直向上作匀加速运动，当手突然停止运动的瞬间，物体将



- (A) 向上作加速运动      (B) 向上作匀速运动  
(C) 立即处于静止状态      (D) 在重力作用下向上作减速运动

#### 第 43 题 | 【02A0503】

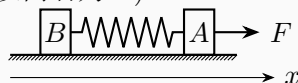
三个质量相等的小球由两根相同的轻弹簧联结，再用细绳悬于天花板上，处于静止状态。将绳子剪断瞬间，三个小球的加速度分别为



- (A)  $a_1 = a_2 = a_3 = g$       (B)  $a_1 = g, a_2 = a_3 = 0$   
(C)  $a_1 = 2g, a_2 = g, a_3 = 0$       (D)  $a_1 = 3g, a_2 = a_3 = 0$

#### 第 44 题 | 【02A0504】

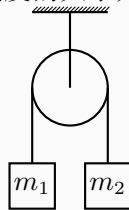
质量分别为  $m_1$  和  $m_2$  的两滑块  $A$  和  $B$  通过一轻弹簧水平连接后置于水平桌面上，滑块与桌面间的摩擦系数均为  $\mu$ ，系统在水平拉力  $F$  的作用下做匀速运动，如图所示。如突然撤消拉力，则刚撤消后瞬间，二者的加速度  $a_A$  和  $a_B$  分别为 (以向右为正)



- (A)  $a_A = 0, a_B = 0$       (B)  $a_A > 0, a_B < 0$       (C)  $a_A < 0, a_B > 0$       (D)  $a_A < 0, a_B = 0$

## 第 45 题 | 【02A0505】

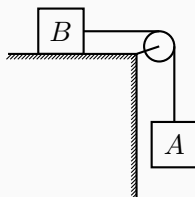
如图所示，一轻绳跨过一个定滑轮，两端各系一质量分别为  $m_1$  和  $m_2$  的重物，且  $m_1 > m_2$ 。滑轮质量及轴上摩擦均不计，此时重物  $m_2$  的加速度的大小为  $a_0$ 。今用一竖直向下的恒力  $F = m_1 g$  代替质量为  $m_1$  的物体，可得质量为  $m_2$  的重物的加速度的大小为  $a$ ，则



- (A)  $a > a_0$                       (B)  $a = a_0$                       (C)  $a < a_0$                       (D) 无法确定

## 第 46 题 | 【02A0506】

如图所示，物体  $B$  通过轻滑轮与物体  $A$  相连（轻绳不可伸长）。若将两者由静止释放后， $B$  以加速度  $a_1$  向右运动；若去掉物体  $A$ ，并用与  $A$  的重力相同的力  $F$  竖直向下拉动绳子， $B$  仍向右运动，其加速度为  $a_2$ ，则

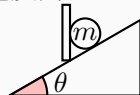


- (A)  $a_1 > a_2$                       (B)  $a_1 = a_2$                       (C)  $a_1 < a_2$                       (D) 无法判断

## 4. 牛顿第二定律的简单应用

## 第 47 题 | 【02A0601】

如图所示，在倾角为  $\theta$  的固定光滑斜面上，放一质量为  $m$  的光滑小球，球被竖直的木板挡住，在把竖直木板迅速拿开的这一瞬间，小球获得的加速度为



- (A)  $g \sin \theta$                       (B)  $g \cos \theta$                       (C)  $\frac{g}{\sin \theta}$                       (D)  $\frac{g}{\cos \theta}$

## 第 48 题 | 【02A0602】

不计弹簧测力计的质量，测力计下方挂一质量为  $1 \text{ kg}$  的重物，测力计上方作用有一大小为  $20 \text{ N}$ 、方向竖直向上的力，则弹簧测力计的示数为（取重力加速度大小  $g = 10 \text{ m/s}^2$ ）

- (A)  $0 \text{ N}$                       (B)  $10 \text{ N}$                       (C)  $15 \text{ N}$                       (D)  $20 \text{ N}$

## 第 49 题 | 【02A0603】

竖直上抛一小球，空气阻力的大小不变，小球上升到最高点所用的时间为  $t_1$ ，小球从最高点下降到原位置所用的时间为  $t_2$ ，则有

- (A)  $t_1 > t_2$                       (B)  $t_1 = t_2$                       (C)  $t_1 < t_2$                       (D) 无法判断

## 二、填空题

## 1. 万有引力的计算

## 第 50 题 | 【02B0201】

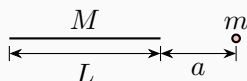
质量为  $M$ 、半径为  $R$  的均匀球面，质量为  $m$  的质点，质点与球面球心之间的距离为  $a$ 。当  $a < R$  时，二者之间万有引力的大小为\_\_\_\_\_。万有引力常数为  $G$ 。

## 第 51 题 | 【02B0202】

质量为  $M$ 、半径为  $R$  的均匀球体，质量为  $m$  的质点，质点与球体球心之间的距离为  $a$ 。当  $a > R$  时，二者之间万有引力的大小为\_\_\_\_\_。万有引力常数为  $G$ 。

## 第 52 题 | 【02B0203】

设有一匀质细杆，细杆质量为  $M$ ，长为  $L$ ，距细杆的一端  $a$  处有一质量为  $m$  的质点，则细杆对质点的引力的大小为\_\_\_\_\_。万有引力常数为  $G$ 。



## 2. 弹簧的劲度系数

## 第 53 题 | 【02B0301】

一根长为  $3L$ 、劲度系数为  $3k$  的均匀弹簧截成完全相同的三段，并将它们两端分别相连组成并联弹簧组，则弹簧组的等效劲度系数等于\_\_\_\_\_。

## 第 54 题 | 【02B0302】

一根自由长度为  $10\text{ cm}$ 、劲度系数为  $k$  的均匀弹簧，从中截取一段长度  $3\text{ cm}$ ，则其劲度系数为\_\_\_\_\_。

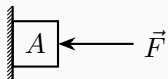
## 3. 牛顿第二定律的简单计算

## 第 55 题 | 【02B0701】

升降机的地板上放有质量为  $m_A$  的物体  $A$ ，其上放一质量为  $m_B$  的物体  $B$ 。当升降机以大小为  $a$  的加速度向下加速运动时 ( $a < g$ )，物体  $A$  对升降机地板的压力的大小为\_\_\_\_\_。

## 第 56 题 | 【02B0702】

沿水平方向的外力  $F$  将物体  $A$  压在竖直墙上，由于物体与墙之间有摩擦力，此时物体保持静止，并设其所受静摩擦力为  $f_0$ ，若外力增至  $2F$ ，则此时物体所受静摩擦力为\_\_\_\_\_。



## 第 57 题 | 【02B0703】

一质量为  $m$  的石块被大风刮得从崖顶落下，若大风对石块始终作用一稳定水平力  $F$ ，则石块下落过程中的加速度大小  $a = \underline{\hspace{2cm}}$ 。设重力加速度大小为  $g$ 。

## 第 58 题 | 【02B0704】

设空气的阻力不计，空气的浮力不变，一气球的总质量为  $M$  (包括压舱沙袋)，以大小为  $a$  的加速度铅直下降。今欲使它以大小为  $a$  的加速度铅直上升，则应从气球中抛掉沙袋的质量为\_\_\_\_\_。设重力加速度大小为  $g$ 。

## 第 59 题 | 【02B0705】

质量为  $m$  的物体自空中落下，它除受重力外，还受到一个与速度平方成正比的阻力的作用，比例系数为  $k$ ， $k$  为正值常数。该物体的收尾速度 (即最后物体作匀速运动时的速度) 是\_\_\_\_\_。设重力加速度大小为  $g$ 。

## 4. 已知运动学方程求力

## 第 60 题 | 【02B0901】

质量为  $m$  的质点，沿  $xy$  平面内一条轨道运动，其运动学方程为  $x = A[Bt - \sin(Bt)]$ ,  $y = A[1 - \cos(Bt)]$ ， $A$ 、 $B$  均为常数，则任意  $t$  时刻，质点在  $x$  方向所受的合力  $F_x = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

## 第 61 题 | 【02B0902】

已知质量为  $m$  的某质点在任意  $t$  时刻的位置矢量为  $\vec{r} = [5 \sin(3t) - 2 \cos(2t)] \vec{e}_x + 6e^{4t} \vec{e}_y$ ，则任意  $t$  时刻，质点所受到的合力为  $\vec{F} = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

## 第 62 题 | 【02B0903】

已知质量为  $m$  的质点在  $t = 0$  时的  $z$  坐标为 0, 在任意  $t$  时刻,  $x = \cos(5t)$ ,  $y = \sin(5t)$ ,  $\dot{z} = 5$ , 则任意  $t$  时刻, 质点所受到的合力  $\vec{F} = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

## 5. 已知力求运动学方程

## 第 63 题 | 【02B1001】

质量为  $0.125 \text{ kg}$  的质点受到合力  $\vec{F} = t\vec{e}_x(\text{SI})$  的作用, 当  $t = 0$  时, 该质点以  $\vec{v}_0 = 2\vec{e}_y$  的速度通过坐标原点, 该质点的运动学方程为  $\vec{r} = \underline{\hspace{2cm}}(\text{SI})$ 。

## 6. 质点运动学与质点动力学的联合应用

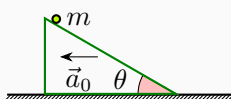
## 第 64 题 | 【02B1101】

一质量为  $m$  的质点沿  $x$  轴正方向运动, 假设该质点通过坐标为  $x(x > 0)$  的位置时速度的大小为  $kx$  ( $k$  为正值常量), 则此时作用于该质点上的合力  $F = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

## 7. 非惯性参考系的牛顿第二定律

## 第 65 题 | 【02B1201】

光滑楔子以匀加速度  $\vec{a}_0$  沿水平面向左平动。质量为  $m$  的质点沿楔子的光滑斜面滑下, 则质点对楔子的压力的大小为  $\underline{\hspace{2cm}}$ 。已知楔子的顶角为  $\theta$ , 重力加速度大小为  $g$ 。

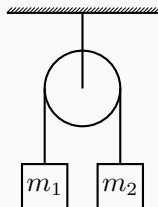


## 三、计算题

## 1. 牛顿第二定律的应用

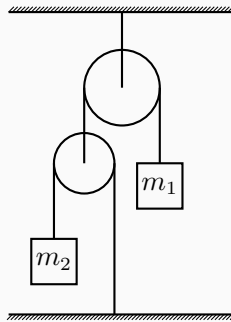
## 第 66 题 | 【02C0801】

如图所示, 一根细绳跨过定滑轮, 在细绳两端分别悬挂质量为  $m_1$  和  $m_2$  的物体, 且  $m_1 < m_2$ 。假设滑轮的质量与细绳的质量均略去不计, 滑轮与细绳间的摩擦力以及轮轴的摩擦力也略去不计。求: (1)  $m_1$  的加速度; (2) 细绳中的张力。



## 第 67 题 | 【02C0802】

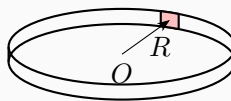
如图，不考虑滑轮及绳子的质量，忽略一切摩擦，绳子不可伸长，求：(1)  $m_1$ 、 $m_2$  的加速度；(2) 各段绳子中的张力。



## 2. 质点运动学与质点动力学的联合应用

## 第 68 题 | 【02C1101】

如图所示，光滑的水平桌面上放置一半径为  $R$  的固定圆环，物体紧贴环的内侧作圆周运动，物体与圆环之间的摩擦因数为  $\mu$ 。已知  $t = 0$  时物体的速率为  $v_0$ ，求：(1) 任意  $t$  时刻物体的速率  $v$ ；(2) 当物体速率从  $v_0$  减少到  $\frac{1}{2}v_0$  时，物体所经历的时间及经过的路程。



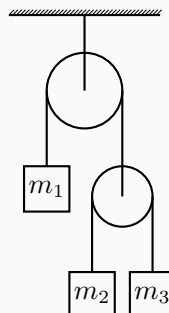
## 第 69 题 | 【02C1102】

一质量为  $m$  的物体以  $v_0$  的初速度做竖直上抛运动，若受到的阻力  $f$  与速度平方成正比，即大小可表示为  $f = kv^2$ ，其中  $k$  为常数。设重力加速度为  $g$ 。试求此物体 (1) 上升的最大高度；(2) 回到上抛点时的速度大小。

## 3. 非惯性参考系的牛顿第二定律

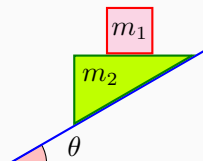
## 第 70 题 | 【02C1201】

如图，滑轮和绳子不计质量，绳子不可伸长，所有部件之间的摩擦可以忽略，三个物体的质量分别为  $m_1$ 、 $m_2$  和  $m_3$ 。求  $m_1$  的加速度。



## 第 71 题 | 【02C1202】

如图，质量为  $m_2$  的楔形物体放在倾角为  $\theta$  的固定的光滑斜面上，楔形物体的上表面与水平面平行，上面放一质量为  $m_1$  的质点，忽略所有接触面的摩擦，求：(1) 楔形物体与斜面间的作用力；(2)  $m_1$  相对于斜面的加速度。



## 第三章 动量定理

### 一、选择题

#### 1. 质点动量定理的理解

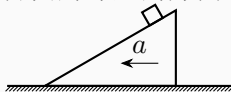
##### 第 72 题 | 【03A0301】

质量分别为  $m_A$  和  $m_B$  ( $m_A > m_B$ )、速度分别为  $\vec{v}_A$  和  $\vec{v}_B$  的两质点  $A$  和  $B$ ，受到相同的冲量作用，则

- (A)  $A$  的动量增量的绝对值比  $B$  的小  
(B)  $A$  的动量增量的绝对值比  $B$  的大  
(C)  $A$ 、 $B$  的动量增量相等  
(D)  $A$ 、 $B$  的速度增量相等

##### 第 73 题 | 【03A0302】

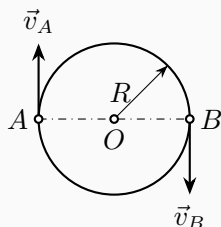
如图所示，一斜面固定在卡车上，一物块置于该斜面上。在卡车沿水平方向加速起动的过程中，物块在斜面上无相对滑动。此时斜面上摩擦力对物块的冲量的方向



- (A) 是水平向前的  
(B) 只可能沿斜面向上  
(C) 只可能沿斜面向下  
(D) 沿斜面向上或向下均有可能

##### 第 74 题 | 【03A0303】

如图所示，做匀速圆周运动的物体，从  $A$  运动到  $B$  的过程中，物体所受合外力的冲量为



- (A) 大小为零  
(B) 大小不等于零，方向与  $\vec{v}_A$  相同  
(C) 大小不等于零，方向与  $\vec{v}_B$  相同  
(D) 大小不等于零，方向与物体在  $B$  点所受合力相同



## 2. 质点动量定理的简单应用

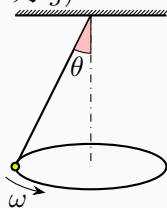
## 第 75 题 | 【03A0401】

质量为  $m$  的小球，沿水平方向以速率  $v$  与固定的竖直墙壁做弹性碰撞，设指向壁内的方向为正方向，则由于此碰撞，小球的动量增量为

- (A)  $mv$  (B) 0 (C)  $2mv$  (D)  $-2mv$

## 第 76 题 | 【03A0402】

图示一圆锥摆，质量为  $m$  的小球在水平面内以角速度  $\omega$  匀速转动。在小球转动一周的过程中，小球所受绳子拉力的冲量大小等于 (重力加速度大小为  $g$ )



- (A) 0 (B)  $\frac{2\pi mg}{\omega}$  (C)  $\frac{2\pi mg}{\omega \cos \theta}$  (D)  $\frac{2\pi mg \cos \theta}{\omega}$

## 第 77 题 | 【03A0403】

一物体从某一高度以  $v_1$  的速率水平抛出，已知它落地时的速率为  $v_2$ ，设重力加速度大小为  $g$ ，那么它运动时间是

- (A)  $\frac{v_2 - v_1}{g}$  (B)  $\frac{v_2 + v_1}{2g}$  (C)  $\frac{\sqrt{v_2^2 - v_1^2}}{g}$  (D)  $\frac{\sqrt{v_2^2 - v_1^2}}{2g}$

## 第 78 题 | 【03A0404】

力  $\vec{F} = 12t\vec{e}_x$  (SI) 作用在质量  $m = 2$  kg 的物体上，使物体由原点从静止开始运动，则它在 3 秒末的动量为

- (A)  $-54\vec{e}_x$  kg·m/s (B)  $54\vec{e}_x$  kg·m/s (C)  $-27\vec{e}_x$  kg·m/s (D)  $27\vec{e}_x$  kg·m/s

## 3. 质心运动定理的简单应用

## 第 79 题 | 【03A0601】

一船浮于静水中，船长为  $L$ ，质量为  $2m$ ，一个质量为  $m$  的人从船尾走到船头。不计水和空气的阻力，则在此过程中船将

- (A) 不动 (B) 后退  $L$  (C) 后退  $\frac{1}{2}L$  (D) 后退  $\frac{1}{3}L$

## 4. 动量守恒定律的理解

## 第 80 题 | 【03A0801】

在水平冰面上以一定速度向东行驶的炮车，沿斜向上方向发射一炮弹，对于炮车和炮弹这一系统，在此过程中 (忽略冰面摩擦力及空气阻力)

- (A) 总动量守恒
- (B) 总动量在任何方向的分量均不守恒
- (C) 总动量在炮身前进的方向上的分量守恒，其它方向不守恒
- (D) 总动量在水平面上任意方向的分量守恒，竖直方向不守恒

## 第 81 题 | 【03A0802】

一辆以速度大小  $v_0$  向右作匀速直线运动的小车行驶在光滑的水平地面上，向后抛出一质量为  $m$  的物体，物体相对小车的速度大小为  $u$ ，车和人的质量总和为  $M$ ，物体抛离小车后小车的速度为  $v$ ，以下哪个方程表示的是物体抛离前后系统的动量守恒？

- (A)  $(M + m)v_0 = Mv + mu$
- (B)  $(M + m)v_0 = Mv - mu$
- (C)  $(M + m)v_0 = Mv + m(v_0 - u)$
- (D)  $(M + m)v_0 = Mv + m(v - u)$

## 二、填空题

## 1. 变力的冲量

## 第 82 题 | 【03B0101】

设作用在质量为  $1\text{ kg}$  的物体上的力  $F = 6t + 3(\text{SI})$ 。如果物体在这个力的作用下，由静止开始沿直线运动，在  $0$  到  $2\text{ s}$  的时间间隔内，这个力作用在物体上的冲量大小  $I = \underline{\hspace{2cm}}\text{ N} \cdot \text{s}$ 。

## 第 83 题 | 【03B0102】

一吊车底板上放一质量为  $10\text{ kg}$  的物体，若吊车底板加速上升，加速度大小为  $a = 3 + 5t(\text{SI})$ ，则  $t = 0 \rightarrow 2\text{ s}$  内吊车底板给物体的冲量大小  $I = \underline{\hspace{2cm}}\text{ N} \cdot \text{s}$ 。(取重力加速度大小为  $g = 10\text{ m/s}^2$ )

## 2. 质点动量定理的简单应用

## 第 84 题 | 【03B0401】

一质量为  $m$  的物体，以初速  $\vec{v}_0$  从地面抛出，抛射角  $\theta = 30^\circ$ ，如忽略空气阻力，则从抛出到刚要接触地面的过程中，物体动量增量的大小为  $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

## 第 85 题 | 【03B0402】

一质量为  $m$  的物体, 原来以速率  $v$  向北运动, 它突然受到外力打击, 变为向西运动, 速率仍为  $v$ , 则外力的冲量大小为\_\_\_\_\_。

## 第 86 题 | 【03B0403】

质量为 20 g 的子弹沿  $x$  轴正方向以 500 m/s 的速率射入一木块后, 与木块一起仍沿  $x$  轴正方向以 50 m/s 的速率前进, 在此过程中木块受到的冲量的大小为\_\_\_\_\_N · s。

## 第 87 题 | 【03B0404】

两块并排的木块  $A$  和  $B$ , 质量分别为  $m_1$  和  $m_2$ , 静止地放置在光滑的水平面上, 一子弹水平地穿过两木块, 设子弹穿过两木块所用的时间分别为  $\Delta t_1$  和  $\Delta t_2$ , 木块对子弹的阻力为恒力  $F$ , 则子弹穿出后, 木块  $B$  的速度大小为\_\_\_\_\_。

## 第 88 题 | 【03B0405】

一质点在力  $F = 5m(5 - 2t)$ (SI) 的作用下,  $t = 0$  时从静止开始做直线运动, 式中  $m$  为质点的质量,  $t$  为时间, 则当  $t = 5$  s 时, 质点的速率为\_\_\_\_\_m/s。

## 第 89 题 | 【03B0406】

一质量为 1 kg 的物体, 置于水平地面上, 物体与地面之间的静摩擦系数  $\mu_0 = 0.2$ , 滑动摩擦系数  $\mu = 0.16$ , 现对物体施一水平拉力  $F = 2t$ (SI), 则 2 秒末物体的速度大小  $v =$ \_\_\_\_\_m/s。(取重力加速度大小为  $g = 10$  m/s<sup>2</sup>)

## 第 90 题 | 【03B0407】

质量为 1 kg 的小球 (可视为质点) 以 25 m/s 的速度垂直落在水平地板上, 又以 15 m/s 的速度垂直弹回。小球碰撞地板的瞬间不计其重力, 球与地板接触的时间为 0.02 s, 作用在地板上的平均冲力的大小  $F =$ \_\_\_\_\_N。

## 3. 动量守恒定律的简单应用

## 第 91 题 | 【03B0901】

质量为 0.01 kg 的子弹沿  $x$  轴正方向以 500 m/s 的速率射入一个质量为 1 kg 的木块后, 与木块一起仍沿  $x$  轴正方向以 100 m/s 的速率前进, 则木块原来的速率为\_\_\_\_\_m/s。

## 第 92 题 | 【03B0902】

两物体质量分别是  $m_1 = 5 \text{ kg}$ ,  $m_2 = 2 \text{ kg}$ , 在光滑桌面上运动, 速度分别为  $\vec{v}_1 = (3\vec{e}_x + 7\vec{e}_y) \text{ m/s}$ ,  $\vec{v}_2 = 10\vec{e}_x \text{ m/s}$ . 碰撞后合为一体, 碰后的速度  $\vec{v} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m/s}$ .

## 第 93 题 | 【03B0903】

粒子  $B$  的质量是粒子  $A$  的质量的 4 倍, 开始时粒子  $A$  的速度  $\vec{v}_{A0} = 3\vec{e}_x + 4\vec{e}_y$ , 粒子  $B$  的速度  $\vec{v}_{B0} = 2\vec{e}_x - 7\vec{e}_y$ ; 在无外力作用的情况下两者发生碰撞, 碰后粒子  $A$  的速度变为  $\vec{v}_A = 7\vec{e}_x - 4\vec{e}_y$ , 则此时粒子  $B$  的速度  $\vec{v}_B = \underline{\hspace{2cm}}$ .

## 三、计算题

## 1. 质点的动量定理

## 第 94 题 | 【03C0201】

一颗子弹由枪口射出时的速率为  $v_0$ , 子弹在枪筒内被加速时, 它所受到的合力  $F = A - Bt$ , 其中  $A$ 、 $B$  为正值常量. 假设子弹走到枪口处合力刚好为零, 试求 (1) 子弹在枪筒内的时间; (2) 子弹所受的冲量; (3) 子弹的质量.

## 2. 质点系的动量定理

## 第 95 题 | 【03C0501】

一根足够长的柔软均匀且不可伸长的细绳, 绳的质量线密度为  $\lambda$ .  $t = 0$  时刻, 某人用手将其一端以速度  $v$  从地面竖直匀速拉起. 试求任意  $t$  时刻手对绳子的拉力.

## 第 96 题 | 【03C0502】

某人用木桶从深井中打水, 木桶的质量为  $m_1$ , 刚开始提桶 ( $t = 0$ ) 时, 桶静止, 桶内装有质量为  $m_2$  的水. 由于桶的底部有一小洞, 单位时间有质量为  $m_3$  的水以相对于桶的恒定速率  $u$  从洞口流出. 设重力加速度为  $g$ . 若人以恒定的速率向上提桶, 求提桶力随时间的变化关系.

## 第 97 题 | 【03C0503】

某人用木桶从深井中打水, 木桶的质量为  $m_1$ , 刚开始提桶 ( $t = 0$ ) 时, 桶静止, 桶内装有质量为  $m_2$  的水. 由于桶的底部有一小洞, 单位时间有质量为  $m_3$  的水以相对于桶的恒定速率  $u$  从洞口流出. 设重力加速度为  $g$ . 若人以恒力  $F$  向上提桶, 求水桶在  $t$  时刻的速率.

## 3. 动量守恒定律

## 第 98 题 | 【03C0701】

光滑水平面上有两个质量分别为  $m_1$  和  $m_2$  的小球  $A$  和  $B$ 。 $A$  球静止,  $B$  球以速度  $\vec{v}_1 = v\vec{e}_x$  和  $A$  球发生碰撞, 碰撞后  $B$  球的速度为  $\vec{v}_2 = \frac{1}{2}v\vec{e}_y$ , (1) 求碰后  $A$  球的速度  $\vec{v}_3$ ; (2) 若碰撞发生的时间为  $\Delta t$ , 试求碰撞过程中两球之间平均作用力的大小。

## 第 99 题 | 【03C0702】

水面上一质量为  $M$  的静止木船, 从岸上以水平速度  $v_0$  将一质量为  $m$  的沙袋抛到船上, 此后二者一起运动。设运动过程中受到的阻力与速率成正比, 比例系数为  $k$ , 沙袋与船的作用时间很短, 可忽略不计。求: (1) 沙袋抛到船上后, 二者一起开始运动的初速率; (2) 木船再次静止前, 任意时刻的速率; (3) 木船由开始运动到静止时所走过的距离。

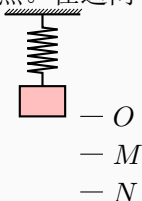
## 第四章 动能定理

### 一、选择题

#### 1. 保守力的功与势能

##### 第 100 题 | 【04A0301】

一物体挂在一弹簧下面，平衡位置在  $O$  点，现用手向下拉物体，第一次把物体由  $O$  点拉到  $M$  点，第二次由  $O$  点拉到  $N$  点，再由  $N$  点送回  $M$  点。在这两个过程中，



- |                       |                         |
|-----------------------|-------------------------|
| (A) 弹性力作的功相等，重力作的功不相等 | (B) 弹性力作的功相等，重力作的功也相等   |
| (C) 弹性力作的功不相等，重力作的功相等 | (D) 弹性力作的功不相等，重力作的功也不相等 |

#### 2. 动能定理的理解

##### 第 101 题 | 【04A0401】

一质点在几个外力同时作用下运动，

- |                        |                         |
|------------------------|-------------------------|
| (A) 质点的动量改变时，质点的动能一定改变 | (B) 质点的动能不变时，质点的动量也一定不变 |
| (C) 外力的冲量是零时，外力的功一定为零  | (D) 外力的功为零，外力的冲量一定为零    |

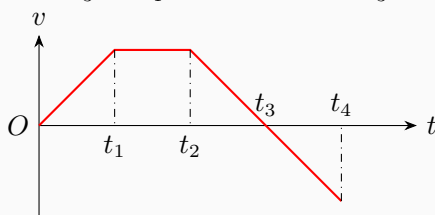
##### 第 102 题 | 【04A0402】

当重物减速下降时，合外力对它做的功

- |         |               |
|---------|---------------|
| (A) 为正值 | (B) 为负值       |
| (C) 为零  | (D) 先为正值，后为负值 |

## 第 103 题 | 【04A0403】

一个作直线运动的物体，其速度  $v$  与时间  $t$  的关系曲线如图所示。设时刻  $t_1$  至  $t_2$  间外力做功为  $W_1$ ；时刻  $t_2$  至  $t_3$  间外力做功为  $W_2$ ；时刻  $t_3$  至  $t_4$  间外力做功为  $W_3$ ，则



(A)  $W_1 > 0, W_2 < 0, W_3 < 0$

(B)  $W_1 > 0, W_2 < 0, W_3 > 0$

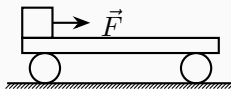
(C)  $W_1 = 0, W_2 < 0, W_3 > 0$

(D)  $W_1 = 0, W_2 < 0, W_3 < 0$

## 3. 功能原理的理解

## 第 104 题 | 【04A0601】

如图，在光滑水平地面上放着一辆小车，车上左端放着一只箱子，今用同样的水平恒力  $\vec{F}$  拉箱子，使它由小车的左端运动到右端，一次小车被固定在水平地面上，另一次小车没被固定。以水平地面为参照系，在两个情况下，



(A)  $\vec{F}$  做的功相等

(B) 摩擦力对箱子做的功相等

(C) 箱子获得的动能相等

(D) 由于摩擦而产生的热相等

## 4. 机械能守恒定律的理解

## 第 105 题 | 【04A0801】

对于一个质点系而言，下列情况下系统机械能守恒的是

(A) 合外力为零

(B) 外力和非保守内力都不做功

(C) 合外力不做功

(D) 外力和保守内力都不做功

## 第 106 题 | 【04A0802】

下列说法中正确的是

(A) 系统不受外力的作用，内力都是保守力，则机械能和动量都守恒

(B) 系统所受的外力矢量和为零，内力都是保守力，则机械能和动量都守恒

(C) 系统所受的外力矢量和不为零，内力都是保守力，则机械能和动量都不守恒

(D) 系统不受外力作用，则它的机械能和动量都是守恒的

## 第 107 题 | 【04A0803】

一木块静止在光滑的水平面上，一颗子弹水平地射入木块，又穿出木块。在子弹穿过木块的过程中，将子弹和木块视为一个系统，则有

- (A) 系统的动量和机械能都不守恒 (B) 系统的动量守恒，机械能不守恒  
(C) 系统的动量不守恒，机械能守恒 (D) 系统的动量和机械能都守恒

## 第 108 题 | 【04A0804】

一子弹以水平速度  $v_0$  射入一静止于光滑水平面上的木块后，随木块一起运动。这一过程中，

- (A) 子弹、木块组成的系统机械能守恒 (B) 子弹、木块组成的系统水平方向的动量守恒  
(C) 子弹所受的冲量等于木块所受的冲量 (D) 子弹动能的减少等于木块动能的增加

## 第 109 题 | 【04A0805】

子弹射入放在水平光滑地面上静止的木块而不穿出，以地面为参照系，下列说法中正确的是

- (A) 子弹的动能转变为木块的动能  
(B) 子弹——木块系统的机械能守恒  
(C) 子弹动能的减少等于子弹克服木块阻力所做的功  
(D) 子弹克服木块阻力所做的功等于这一过程中产生的热

## 第 110 题 | 【04A0806】

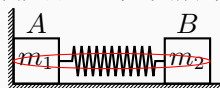
如图所示，质量分别为  $m_1$  和  $m_2$  的物体  $A$  和  $B$ ，置于光滑桌面上， $A$  和  $B$  之间连有一轻弹簧。另有质量为  $m_1$  和  $m_2$  的物体  $C$  和  $D$  分别置于物体  $A$  和  $B$  之上，且物体  $A$  和  $C$ 、 $B$  和  $D$  之间的摩擦系数均不为零。首先用外力沿水平方向相向推压  $A$  和  $B$ ，使弹簧被压缩，然后撤去外力，则在  $A$  和  $B$  弹开的过程中，对  $A$ 、 $B$ 、 $C$ 、 $D$  和弹簧组成的系统



- (A) 动量守恒，机械能守恒 (B) 动量不守恒，机械能守恒  
(C) 动量不守恒，机械能不守恒 (D) 动量守恒，机械能不一定守恒

## 第 111 题 | 【04A0807】

两木块  $A$ 、 $B$  的质量分别为  $m_1$  和  $m_2$ ，用一个质量不计、劲度系数为  $k$  的弹簧连接起来。把弹簧压缩  $x_0$  并用线扎住，放在光滑水平面上， $A$  紧靠墙壁，如图所示，然后烧断扎线。下列说法正确的是





- (A) 弹簧由初态恢复为原长的过程中, 以  $A$ 、 $B$ 、弹簧为系统, 动量守恒  
 (B) 在上述过程中, 系统机械能守恒  
 (C) 当  $A$  离开墙后, 整个系统动量守恒, 机械能不守恒  
 (D)  $A$  离开墙后, 整个系统的总机械能为  $\frac{1}{2}kx_0^2$ , 总动量为零

## 二、填空题

### 1. 恒力的功

#### 第 112 题 | 【04B0101】

某人拉住在河水中的船, 使船相对于岸不动, 若以岸为参考系, 人对船所做的功\_\_\_\_。(填“ $> 0$ ”, “ $= 0$ ”或“ $< 0$ ”)

#### 第 113 题 | 【04B0102】

一个质点同时在几个力的作用下发生了位移  $\Delta \vec{r} = 4\vec{e}_x - 5\vec{e}_y + 6\vec{e}_z$  (SI), 其中一个力为恒力  $\vec{F} = -3\vec{e}_x - 5\vec{e}_y + 9\vec{e}_z$  (SI), 则此力在该位移过程中所做的功为\_\_\_\_J。

#### 第 114 题 | 【04B0103】

质量为  $m$  的物体, 置于电梯内, 电梯以  $\frac{1}{2}g$  的加速度匀加速下降  $h$ , 在此过程中, 电梯对物体的作用力所做的功为\_\_\_\_。

### 2. 变力的功

#### 第 115 题 | 【04B0201】

某质点在力  $\vec{F} = (4 + 5x)\vec{e}_x$  (SI) 的作用下沿  $x$  轴作直线运动, 在从  $x = 2$  m 移动到  $x = 4$  m 的过程中, 力  $\vec{F}$  所做的功为\_\_\_\_J。

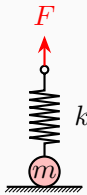
### 3. 保守力的功与势能

#### 第 116 题 | 【04B0301】

一根弹簧下端挂质量为  $0.1$  kg 的砝码时长度为  $0.07$  m, 挂  $0.2$  kg 的砝码时长度为  $0.09$  m。现在把此弹簧平放在光滑桌面上, 并沿水平方向将其从长度  $0.10$  m 缓慢拉长到  $0.14$  m, 则外力做功\_\_\_\_J。取重力加速度大小为  $g = 10$  m/s<sup>2</sup>。

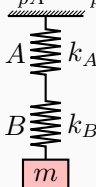
## 第 117 题 | 【04B0302】

有一劲度系数为  $k$  的轻弹簧，竖直放置，下端悬一质量为  $m$  的小球，先使弹簧为原长，而小球恰好与地接触，再施加外力  $F$  将弹簧上端缓慢地提起，直到小球刚能脱离地面为止。在此过程中外力  $F$  所做的功为\_\_\_\_\_。重力加速度大小为  $g$ 。



## 第 118 题 | 【04B0303】

$A$ 、 $B$  二弹簧的劲度系数分别为  $k_A$  和  $k_B$ ，其质量均忽略不计。今将二弹簧连接起来并竖直悬挂，如图所示。当系统静止时，二弹簧的弹性势能之比  $E_{pA} : E_{pB} =$ \_\_\_\_\_。



## 4. 动能定理的简单应用

## 第 119 题 | 【04B0501】

一质点在二恒力共同作用下，位移为  $\Delta \vec{r} = 3\vec{e}_x + 8\vec{e}_y$  (SI)；在此过程中，动能增量为 24 J，已知其中一恒力  $\vec{F}_1 = 12\vec{e}_x - 3\vec{e}_y$  (SI)，则另一恒力所作的功为\_\_\_\_\_J。

## 5. 机械能守恒定律的简单应用

## 第 120 题 | 【04B0901】

一水平放置的轻弹簧，劲度系数为  $k$ ，其一端固定，另一端系一质量为  $m$  的滑块  $A$ ， $A$  旁又有一质量相同的滑块  $B$ ，如图所示。设两滑块与桌面间无摩擦。若用外力将  $A$ 、 $B$  一起推压使弹簧压缩量为  $d$  而静止，然后撤消外力，则  $B$  离开时的速度为\_\_\_\_\_。



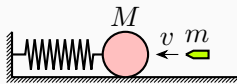
## 6. 碰撞

## 第 121 题 | 【04B1001】

两球质量分别为  $m_1 = 2 \text{ g}$  和  $m_2 = 5 \text{ g}$ ，它们在光滑的水平桌面上运动。用直角坐标系  $Oxy$  描述其运动，两者的速度分别为  $\vec{v}_1 = 9\vec{e}_x \text{ cm/s}$ ， $\vec{v}_2 = (2\vec{e}_x + 7\vec{e}_y) \text{ cm/s}$ ，若两球碰撞后合为一体，则碰撞后两球速度  $\vec{v} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ cm/s}$ 。

## 第 122 题 | 【04B1002】

一质量为  $M$  的弹簧振子，水平放置且静止在平衡位置，如图所示。一质量为  $m$  的子弹以水平速度  $\vec{v}$  射入振子中，并随之一起运动。如果水平面光滑，此后弹簧的最大势能为\_\_\_\_\_。



## 第 123 题 | 【04B1003】

动能为  $E_0$  的  $A$  物体与静止的  $B$  物体碰撞，设  $A$  物体的质量为  $B$  物体的二倍，即  $m_A = 2m_B$ 。若碰撞为完全非弹性的，则碰撞后两物体总动能为\_\_\_\_\_。

## 第 124 题 | 【04B1004】

一个打桩机，夯的质量为  $m_1$ ，桩的质量为  $m_2$ 。假设夯与桩相碰撞时为完全非弹性碰撞且碰撞时间极短，则刚刚碰撞后夯与桩的动能是碰前夯的动能的\_\_\_\_\_倍。

## 第 125 题 | 【04B1005】

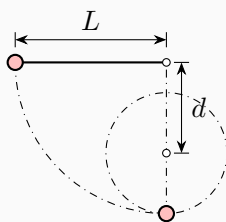
质量为  $m$  的铁锤，从某一高度自由下落，与桩发生完全非弹性碰撞。设碰撞前锤速为  $v$ ，打击时间为  $\Delta t$ ，锤的质量不能忽略，则铁锤受到的平均冲力为\_\_\_\_\_。重力加速度大小为  $g$ 。

## 三、计算题

## 1. 机械能守恒定律

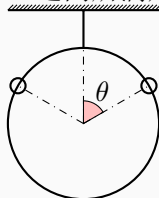
## 第 126 题 | 【04C0701】

如图所示，长度为  $L$  的轻绳一端固定，一端系一质量为  $m$  的小球，绳的悬挂点下方距悬挂点的距离为  $d$  处有一钉子，小球从水平位置无初速释放。(1) 求绳子碰到钉子后的瞬间小球的速度；(2) 欲使小球在以钉子为中心的圆周上绕一圈， $d$  的取值有什么样的要求？



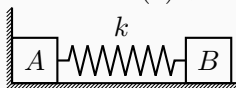
## 第 127 题 | 【04C0702】

用细线将一质量为  $M$ 、半径为  $R$  的大圆环悬挂起来，两个质量均为  $m$ 、可视为质点的小圆环套在大圆环上，可以无摩擦地滑动。若小圆环沿相反方向从大圆环顶部自静止下滑，求在下滑过程中，大圆环刚能升起时，小圆环所在位置的  $\theta$  与  $M$ 、 $m$ 、 $R$  之间所满足的函数关系。



## 第 128 题 | 【04C0703】

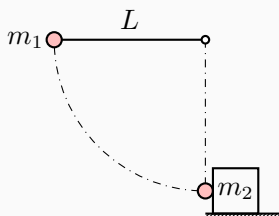
两个质量分别为  $m_1$  和  $m_2$  的木块  $A$  和  $B$ ，用一个质量忽略不计、劲度系数为  $k$  的弹簧联接起来，放置在光滑水平面上，使  $A$  紧靠墙壁，如图所示。用力推木块  $B$  使弹簧压缩  $x_0$ ，然后释放。求：(1) 释放后， $A$ 、 $B$  两木块速度相等时的瞬时速度的大小；(2) 释放后，弹簧的最大伸长量。



## 2. 碰撞

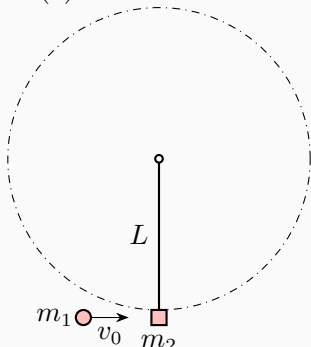
## 第 129 题 | 【04C1001】

如图所示，一质量为  $m_1$  的钢球（视为质点）系在一长为  $L$  的绳的一端，绳的另一端固定，钢块质量为  $m_2 = 2m_1$ ，静止于水平面上。现将钢球拉至图示水平位置，静止后释放，球到达最低点时与钢块发生完全弹性碰撞。重力加速度大小为  $g$ 。求：(1) 碰撞前球的速度大小  $v_0$ ；(2) 碰撞后球的速度大小  $v_1$ ；(3) 碰撞瞬间，钢球施加于钢块的冲量大小。



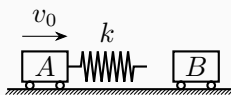
## 第 130 题 | 【04C1002】

如图，弹丸质量为  $m_1$ ，摆锤质量为  $m_2 = 3m_1$ ，摆线长为  $L$ 。原先  $m_2$  静止悬挂， $m_1$  以水平方向的速度  $v_0$  与之相碰，假设碰撞瞬间完成，如果碰后摆锤能够在竖直平面内完成一个完整的圆周运动，以下两种情况下，弹丸的速度最小应该多大？(1) 碰撞为完全弹性碰撞；(2) 碰撞为完全非弹性碰撞。



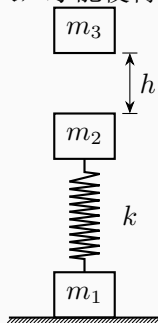
## 第 131 题 | 【04C1003】

如图所示，光滑的水平桌面上，小车 A 带着理想弹簧缓冲器，其质量为  $m$ ，弹簧质量不计，劲度系数为  $k$ ；小车 B 的质量为  $2m$ 。若 A 车以速度  $v_0$  与静止的 B 车发生碰撞，忽略所有阻力，求：(1) 两车相对静止时，弹簧的形变量；(2) 当二者再次分离时，各自的速度又等于多少？



## 第 132 题 | 【04C1004】

质量分别为  $m_1$  和  $m_2$  的两个物块由一劲度系数为  $k$  的轻弹簧相连，竖直地放在水平桌面上，如图所示。另有一质量为  $m_3$  的物体从高出  $m_2$  为  $h$  的地方由静止开始自由落下，当与  $m_2$  发生碰撞后，即与  $m_2$  黏合在一起向下运动。试问  $h$  至少应多大，才能使得弹簧反弹起后  $m_1$  与桌面互相脱离？



## 第五章 角动量定理

### 一、选择题

#### 1. 对点的角动量

##### 第 133 题 | 【05A0101】

一质点做匀速率圆周运动时，

- (A) 它的动量不变，对圆心的角动量也不变
- (B) 它的动量不变，对圆心的角动量不断改变
- (C) 它的动量不断改变，对圆心的角动量不变
- (D) 它的动量不断改变，对圆心的角动量也不断改变

##### 第 134 题 | 【05A0102】

以下说法正确的是

- (A) 做匀速直线运动的质点对任意参考点的角动量恒等于零
- (B) 做匀速直线运动的质点对任意参考点的角动量守恒
- (C) 做匀速圆周运动的质点对圆心的角动量恒等于零
- (D) 做匀速圆周运动的质点对任意参考点的角动量守恒

#### 2. 对轴的角动量

##### 第 135 题 | 【05A0301】

关于质点系，以下说法正确的是

- (A) 质点系的动量就等于其质心的动量
- (B) 质点系对于轴线的角动量就是其质心对于该轴线的角动量
- (C) 质点系的动能就等于其质心的动能
- (D) 质点系动能的增加等于外力对质点系所做功的总和

## 3. 角动量的简单计算

## 第 136 题 | 【05A0501】

地球的质量为  $m$ ，太阳的质量为  $M$ ，地心与日心的距离为  $R$ ，万有引力常数为  $G$ ，假设地球绕太阳作圆周运动，则地球对日心的轨道角动量大小为

- (A)  $m\sqrt{GMR}$                       (B)  $\sqrt{\frac{GMm}{R}}$                       (C)  $Mm\sqrt{\frac{G}{R}}$                       (D)  $\sqrt{\frac{GMm}{2R}}$

## 4. 角动量守恒定律的理解

## 第 137 题 | 【05A0801】

一个小物体，位于光滑的水平桌面上，与一绳的一端相联结，绳的另一端穿过桌面中心的小孔伸到桌下，用手拉住绳子。该物体原来以角速度  $\omega$  在半径为  $R$  的圆周上绕小孔旋转，今将绳从小孔缓慢往下拉，则物体的

- (A) 动能不变，动量改变                      (B) 动量不变，动能改变  
(C) 对小孔的角动量改变，动量不变                      (D) 对小孔的角动量不变，动量改变

## 第 138 题 | 【05A0802】

假设卫星绕地球中心做椭圆运动，则在运动过程中，

- (A) 动量守恒，动能守恒  
(B) 卫星对地球中心的角动量不守恒，机械能守恒  
(C) 卫星对地球中心的角动量守恒，机械能守恒  
(D) 卫星对地球中心的角动量不守恒，动量守恒

## 第 139 题 | 【05A0803】

人造地球卫星绕地球做椭圆轨道运动，卫星轨道近地点和远地点分别为  $A$  和  $B$ ，用  $L$  和  $E_k$  分别表示卫星对地心的角动量及其动能的瞬时值，则有

- (A)  $L_A > L_B$ ,  $E_{kA} > E_{kB}$                       (B)  $L_A = L_B$ ,  $E_{kA} < E_{kB}$   
(C)  $L_A = L_B$ ,  $E_{kA} > E_{kB}$                       (D)  $L_A < L_B$ ,  $E_{kA} < E_{kB}$

## 第 140 题 | 【05A0804】

当质点系所受合外力为零时，

- (A) 动量必守恒                      (B) 角动量必守恒                      (C) 动能必守恒                      (D) 机械能必守恒

## 第 141 题 | 【05A0805】

一水平圆盘可绕通过其中心的固定竖直轴转动，盘上站着一个人。把人和圆盘取作系统，当此人在盘上随意走动时，若忽略轴的摩擦，此系统

- (A) 动量守恒 (B) 机械能守恒  
(C) 对转轴的角动量守恒 (D) 动量、机械能和角动量都守恒

## 5. 角动量守恒定律的简单应用

## 第 142 题 | 【05A0901】

质量为  $m$  的小孩站在半径为  $R$  的水平平台边缘上。平台可以绕通过其中心的竖直光滑固定轴自由转动，转动惯量为  $J$ 。平台和小孩开始时均静止。当小孩突然以相对于地面为  $v$  的速率在台边缘沿逆时针转向走动时，则此平台相对地面旋转的角速度和旋转方向分别为

- (A)  $\omega = \frac{mR^2}{J} \frac{v}{R}$ , 顺时针 (B)  $\omega = \frac{mR^2}{J} \frac{v}{R}$ , 逆时针  
(C)  $\omega = \frac{mR^2}{J+mR^2} \frac{v}{R}$ , 顺时针 (D)  $\omega = \frac{mR^2}{J+mR^2} \frac{v}{R}$ , 逆时针

## 第 143 题 | 【05A0902】

有一半径为  $R$  的匀质圆形水平转台，可绕通过盘心且垂直于盘面的竖直固定轴转动，转动惯量为  $J$ 。台上有一人，质量为  $m$ 。当他站在离转轴  $r$  处时 ( $r < R$ )，转台和人一起以  $\omega_1$  的角速度转动。若转轴处摩擦可以忽略，当人走到转台边缘时，转台和人一起转动的角速度  $\omega_2$  等于

- (A)  $\frac{r^2}{R^2} \omega_1$  (B)  $\frac{R^2}{r^2} \omega_1$  (C)  $\frac{J+mR^2}{J+mr^2} \omega_1$  (D)  $\frac{J+mr^2}{J+mR^2} \omega_1$

## 第 144 题 | 【05A0903】

花样滑冰运动员绕通过自身的竖直轴转动，开始时两臂伸开，转动惯量为  $J_0$ ，角速度为  $\omega_0$ 。然后她将两臂收回，使转动惯量减少为  $\frac{1}{3} J_0$ 。这时她转动的角速度变为

- (A)  $\frac{1}{3} \omega_0$  (B)  $\frac{1}{\sqrt{3}} \omega_0$  (C)  $\sqrt{3} \omega_0$  (D)  $3 \omega_0$

## 二、填空题

## 1. 对点的角动量

## 第 145 题 | 【05B0101】

某时刻位于  $\vec{r}$  的质点的质量为  $m$ ，速度为  $\vec{v}$ ，则对于坐标原点，质点的角动量  $\vec{L} = \underline{\hspace{2cm}}$ 。



## 第 146 题 | 【05B0102】

有一质量为  $m$  的质点在一平面内做曲线运动, 在某一直角坐标系下该质点的位置矢量为  $\vec{r} = A \cos(\omega t) \vec{e}_x + B \sin(\omega t) \vec{e}_y$ , 其中  $A$ 、 $B$ 、 $\omega$  皆为常数, 则任意时刻此质点对原点的角动量  $\vec{L} =$ \_\_\_\_\_。

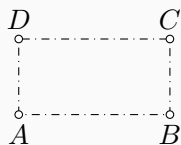
## 2. 对点的力矩

## 第 147 题 | 【05B0201】

在给定的坐标系下, 设力  $\vec{F} = 3\vec{e}_x + 4\vec{e}_y$  的作用点位置矢量为  $\vec{r} = 2\vec{e}_y - 6\vec{e}_z$ , 其中力的单位为牛顿, 位置矢量的单位为米, 则该力对坐标原点的力矩  $\vec{M} =$ \_\_\_\_\_  $\text{N} \cdot \text{m}$ 。

## 第 148 题 | 【05B0202】

如图所示, 质量  $m$  的小球位于水平桌面上长方形  $ABCD$  的顶点  $A$  处, 若  $AB = d_1$ 、 $AC = d_2$ 、 $AD = d_3$ , 则小球所受重力相对于  $B$  点的力矩的大小为\_\_\_\_\_。重力加速度大小为  $g$ 。



## 第 149 题 | 【05B0203】

有一质量为  $m$  的质点在一平面内做曲线运动, 在某一直角坐标系下该质点的位置矢量为  $\vec{r} = A \cos(\omega t) \vec{e}_x + B \sin(\omega t) \vec{e}_y$ , 其中  $A$ 、 $B$ 、 $\omega$  皆为常数, 则任意时刻此质点受到的对坐标原点的力矩  $\vec{M} =$ \_\_\_\_\_。

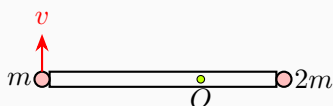
## 3. 对轴的角动量

## 第 150 题 | 【05B0301】

某时刻质量为  $m$  的质点位于  $\vec{r} = x\vec{e}_x + y\vec{e}_y$  处, 速度  $\vec{v} = v_1\vec{e}_x + v_2\vec{e}_y$ , 则对于坐标系  $x$  轴, 质点的角动量  $L_x =$ \_\_\_\_\_。

## 第 151 题 | 【05B0302】

质量分别为  $m$  和  $2m$  的两物体 (都可视为质点), 用一长为  $l$  的轻质刚性细杆相连, 系统绕通过  $O$  点且垂直纸面的固定轴转动, 已知  $O$  轴离质量为  $2m$  的质点的距离为  $\frac{1}{3}l$ , 质量为  $m$  的质点的线速度为  $v$  且与杆垂直, 则该系统对转轴的角动量大小为\_\_\_\_\_。



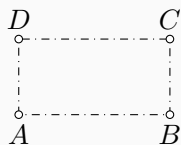
## 4. 对轴的力矩

## 第 152 题 | 【05B0401】

在给定的坐标系下, 设力  $\vec{F} = 3\vec{e}_x + 4\vec{e}_y$  的作用点位置矢量为  $\vec{r} = 2\vec{e}_y - 6\vec{e}_z$ , 其中力的单位为 N, 位置矢量的单位为 m, 则该力对坐标系  $x$  轴的力矩  $M_x = \underline{\hspace{2cm}} \text{N} \cdot \text{m}$ 。

## 第 153 题 | 【05B0402】

如图所示, 质量  $m$  的小球位于竖直平面内长方形  $ABCD$  的顶点  $A$  处, 若  $AB = d_1$ 、 $AC = d_2$ 、 $AD = d_3$ , 则小球所受重力相对于  $BC$  轴的力矩的大小为  $\underline{\hspace{2cm}}$ 。重力加速度大小为  $g$ 。



## 5. 角动量定理

## 第 154 题 | 【05B0601】

已知一质点任意  $t$  时刻对坐标原点的角动量为  $\vec{L} = 6t^2\vec{e}_x + (2t - 3)\vec{e}_y$ , 则该质点在  $t$  时刻受到对坐标原点的合外力矩  $\vec{M} = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

## 第 155 题 | 【05B0602】

一质量  $m = 2 \text{ kg}$  的质点由静止开始做半径  $R = 5 \text{ m}$  的圆周运动, 任意  $t$  时刻, 其相对圆心的角动量大小为  $L = 3t^2$ , 其中角动量  $L$  的单位为  $\text{kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}$ ,  $t$  的单位为  $\text{s}$ , 则  $t$  时刻质点受到的相对于圆心的力矩大小为  $M = \underline{\hspace{2cm}} \text{N} \cdot \text{m}$ 。

## 6. 角动量守恒定律

## 第 156 题 | 【05B0701】

将一质量为  $m$  的小木块系于轻绳的一端, 小木块放在光滑的水平桌面上, 绳的另一端穿过桌面上的小孔伸到桌下, 用手拉住绳子, 先使小木块在桌面上以角速度  $\omega_1$  沿半径  $r_1$  的圆周运动, 而后向下拉绳, 使小木块运动半径减小到  $r_2$ , 则小木块的角速度  $\omega_2 = \underline{\hspace{2cm}}$ 。(用已知的  $\omega_1$ 、 $r_1$ 、 $r_2$  表示)

## 第 157 题 | 【05B0702】

将一质量为  $m$  的小球, 系于轻绳的一端, 绳的另一端穿过光滑水平桌面上的小孔用手拉住。先使小球以角速度  $\omega_1$  在桌面上做半径为  $r_1$  的圆周运动, 然后缓慢将绳下拉, 使半径缩小为  $r_2$ , 在此过程中小球的动能增量是  $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

## 第 158 题 | 【05B0703】

哈雷慧星绕太阳的轨道是以太阳为一个焦点的椭圆。它离太阳最近的距离是  $r_1$ ，此时它的速率是  $v_1$ 。它离太阳最远时的速率是  $v_2$ ，这时它离太阳的距离是  $r_2 = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

## 第 159 题 | 【05B0704】

一飞轮以角速度  $\omega_0$  绕光滑固定轴旋转，飞轮对轴的转动惯量为  $J$ ；另一静止飞轮突然和上述转动的飞轮啮合，绕同一转轴转动，该飞轮对轴的转动惯量为前者的二倍。啮合后整个系统的角速度  $\omega = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

## 三、计算题

## 1. 角动量定理

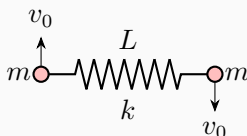
## 第 160 题 | 【05C0601】

一质量  $m = 2 \text{ kg}$  的质点由静止开始做半径  $R = 5 \text{ m}$  的圆周运动。其相对圆心的角动量随时间的变化关系为  $L = 3t^2$ ，其中角动量  $L$  的单位为  $\text{kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}$ ， $t$  的单位为  $\text{s}$ 。试求：(1) 质点受到的相对于圆心的力矩；(2) 质点运动角速度随时间的变化关系。

## 2. 角动量守恒定律

## 第 161 题 | 【05C0701】

质量同为  $m$  的两个小球系于一轻弹簧两端后，放在光滑水平桌面上，弹簧处于自由长度状态，长为  $L$ ，它的劲度系数为  $k$ 。今使两球同时受水平冲量作用，各获得与连线垂直的等值反向初速度，如图所示。若在以后运动过程中弹簧可达的最大长度为  $2L$ ，试求两球初速度大小  $v_0$ 。



## 第六章 刚体力学

### 一、选择题

#### 1. 转动惯量

##### 第 162 题 | 【06A0301】

关于刚体对轴的转动惯量，下列说法中正确的是

- (A) 只取决于刚体的质量，与质量的空间分布和轴的位置无关
- (B) 取决于刚体的质量和质量的空间分布，与轴的位置无关
- (C) 取决于刚体的质量，质量的空间分布和轴的位置
- (D) 只取决于转轴的位置，与刚体的质量和质量的空间分布无关

##### 第 163 题 | 【06A0302】

有两个半径相同、质量相同的细圆环。1 环的质量分布不均匀，2 环的质量分布均匀，它们对通过圆心并与环面垂直的轴的转动惯量分别为  $J_1$  和  $J_2$ ，则

- (A)  $J_1 > J_2$
- (B)  $J_1 < J_2$
- (C)  $J_1 = J_2$
- (D) 不能确定  $J_1$  和  $J_2$  的大小关系

##### 第 164 题 | 【06A0303】

有两个质量相等的铁球 A 和木球 B，二者的质量分布均匀，它们对通过各自球心的轴的转动惯量分别为  $J_A$  和  $J_B$ ，则

- (A)  $J_A > J_B$
- (B)  $J_A < J_B$
- (C)  $J_A = J_B$
- (D) 不能确定  $J_A$ 、 $J_B$  哪个大

#### 2. 定轴转动的角动量

##### 第 165 题 | 【06A0401】

两个质量相同、半径相同的均质圆盘与圆环 (都视为刚体) 均绕通过其圆心且垂直盘面的转轴转动，若它们的角动量相同，圆盘的角速度大小为  $\omega_1$ ，圆环的角速度大小为  $\omega_2$ ，则

- (A)  $\omega_1 > \omega_2$
- (B)  $\omega_1 = \omega_2$
- (C)  $\omega_1 < \omega_2$
- (D) 无法判断二者大小

## 3. 定轴转动的转动定律

## 第 166 题 | 【06A0501】

几个力同时作用在一个具有光滑固定转轴的刚体上，如果这几个力的矢量和为零，则此刚体

- (A) 必然不会转动 (B) 转速必然不变  
(C) 转速必然改变 (D) 转速可能不变，也可能改变

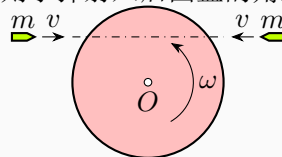
## 第 167 题 | 【06A0502】

一轻绳绕在有水平轴的定滑轮上，滑轮的转动惯量为  $J$ ，绳下端挂一物体，物体所受重力为  $P$ ，滑轮的角加速度为  $\alpha$ 。若将物体去掉而以与  $P$  相等的力直接向下拉绳子，则滑轮的角加速度  $\alpha$  将

- (A) 不变 (B) 变小 (C) 变大 (D) 如何变化无法判断

## 第 168 题 | 【06A0503】

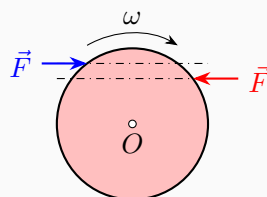
圆盘绕  $O$  轴转动，如图所示。若同时射来两颗质量相同，速度大小相同、方向相反并在一直线上运动的子弹。子弹射入圆盘后均留在盘内，则子弹射入后圆盘的角速度  $\omega$  将



- (A) 增大 (B) 不变 (C) 减小 (D) 无法判断

## 第 169 题 | 【06A0504】

一圆盘绕过盘心且与盘面垂直的光滑固定轴  $O$  以角速度  $\omega$  按图示方向转动。若如图所示的情况那样，将两个大小相等方向相反但不在同一条直线的力  $F$  沿盘面同时作用到圆盘上，则圆盘的角速度  $\omega$



- (A) 必然增大 (B) 必然减少  
(C) 不会改变 (D) 如何变化，不能确定

## 4. 定轴转动的角动量守恒定律

## 第 170 题 | 【06A0601】

刚体角动量守恒的充分且必要的条件是

- (A) 刚体不受外力矩的作用 (B) 刚体所受合外力矩为零  
(C) 刚体所受的合外力和合外力矩均为零 (D) 刚体的转动惯量和角速度均保持不变

## 第 171 题 | 【06A0602】

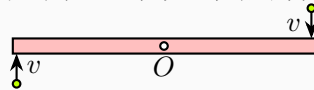
如图所示，一匀质细杆可绕通过上端与杆垂直的水平光滑固定轴旋转，初始状态为静止悬挂。现有一小球自左方水平打击细杆，设小球与细杆之间为非弹性碰撞，则在碰撞过程中细杆与小球这一系统



- (A) 与地球组成的系统机械能守恒  
(B) 只有动量守恒  
(C) 只有对转轴  $O$  的角动量守恒  
(D) 动量和角动量均守恒，这一系统与地球组成的系统的机械能守恒

## 第 172 题 | 【06A0603】

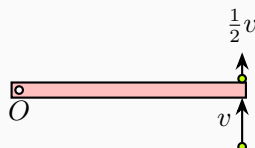
光滑的水平桌面上，有一长为  $2L$ 、质量为  $m$  的匀质细杆，可绕过其中点且垂直于杆的竖直光滑固定轴  $O$  自由转动，其转动惯量为  $\frac{1}{3}mL^2$ ，起初杆静止。桌面上有两个质量均为  $m$  的小球，各自在垂直于杆的方向上，正对着杆的一端，以相同速率  $v$  相向运动，如图所示。当两小球同时与杆的两个端点发生完全非弹性碰撞后，就与杆粘在一起转动，则这一系统碰撞后的转动角速度应为



- (A)  $\frac{2v}{3L}$  (B)  $\frac{6v}{7L}$  (C)  $\frac{8v}{9L}$  (D)  $\frac{12v}{7L}$

## 第 173 题 | 【06A0604】

如图所示，一静止的均匀细棒，长为  $L$ 、质量为  $M$ ，可绕通过棒的端点且垂直于棒长的光滑固定轴  $O$  在水平面内转动，转动惯量为  $\frac{1}{3}ML^2$ 。一质量为  $m$ 、速率为  $v$  的子弹在水平面内沿与棒垂直的方向射向并穿出棒的自由端，设穿过棒后子弹的速率为  $\frac{1}{2}v$ ，则此时棒的角速度应为



(A)  $\frac{mv}{ML}$

(B)  $\frac{3mv}{2ML}$

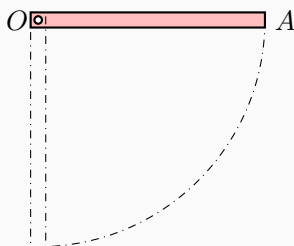
(C)  $\frac{5mv}{3ML}$

(D)  $\frac{7mv}{4ML}$

## 5. 定轴转动的动能定理

## 第 174 题 | 【06A0801】

均匀细棒  $OA$  可绕通过其一端  $O$  而与棒垂直的水平固定光滑轴转动, 如图所示。今使棒从水平位置由静止开始自由下落, 在棒摆动到竖直位置的过程中, 下述说法哪一种是正确的?



(A) 角速度从小到大, 角加速度从大到小

(B) 角速度从小到大, 角加速度从小到大

(C) 角速度从大到小, 角加速度从大到小

(D) 角速度从大到小, 角加速度从小到大

## 二、填空题

## 1. 定轴转动的运动学

## 第 175 题 | 【06B0101】

某定轴转动刚体的运动学方程为  $\theta = 3t - t^2$  (SI), 则第 2 秒末, 刚体的角加速度为 \_\_\_\_\_  $\text{rad/s}^2$ 。

## 第 176 题 | 【06B0102】

某定轴转动刚体的初角速度  $\omega_0 = 10 \text{ rad/s}$ , 角加速度  $\alpha = -5 \text{ rad/s}^2$ , 则在  $t = 0 \rightarrow 4 \text{ s}$  时间内的角位移为 \_\_\_\_\_  $\text{rad}$ 。

## 第 177 题 | 【06B0103】

半径为  $R$  的飞轮, 初角速度为  $\omega_0$ , 角加速度为  $\beta$ , 则在  $t$  时刻边缘上点的线速度大小  $v =$  \_\_\_\_\_。

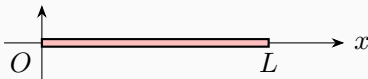
## 第 178 题 | 【06B0104】

一刚体以  $60 \text{ r/min}$  的角速度绕  $z$  轴作匀速转动, 设某时刻刚体上一点  $P$  的位置矢量为  $\vec{r} = 3\vec{e}_x$  (单位:  $\text{cm}$ ), 则该时刻  $P$  点的速率等于 \_\_\_\_\_  $\text{m/s}$ 。

## 2. 刚体的质心

## 第 179 题 | 【06B0201】

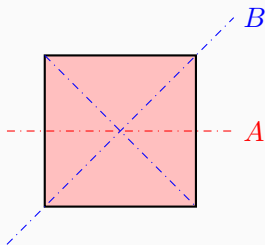
如图, 设一细杆总长为  $L$ , 单位长度的质量 (质量线密度) 为  $\lambda = \lambda_0 + Ax$ ,  $\lambda_0$  和  $A$  都是常数, 则细杆的质心位置为\_\_\_\_\_。



## 3. 转动惯量

## 第 180 题 | 【06B0301】

一边长为  $L$ 、质量为  $M$  的均匀正方形薄木板, 已知它对图中  $A$  轴的回转半径为  $k$ , 则木板对  $B$  轴的转动惯量为\_\_\_\_\_。



## 第 181 题 | 【06B0302】

已知某质量为  $M$ , 半径为  $R$  的不均匀球体, 其质心在球内, 但偏离球心  $d$  远, 假定对于通过球心且垂直于质心与球心连线的转轴, 回转半径为  $k$ , 则对于通过质心且垂直于质心与球心连线的转轴的转动惯量为\_\_\_\_\_。

## 第 182 题 | 【06B0303】

已知质量为  $m$ 、半径为  $R$  的均匀圆盘对其任意一条直径的转动惯量为  $J$ , 则对于通过圆盘边缘且与盘面垂直的转轴, 圆盘的转动惯量为\_\_\_\_\_。

## 4. 定轴转动的转动定律

## 第 183 题 | 【06B0501】

一飞轮以每分钟 600 转的转速旋转, 转动惯量为  $2.5 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ , 现加一恒定的制动力矩使飞轮在 1 s 内停止转动, 则该恒定制动力矩的大小为\_\_\_\_\_  $\text{N} \cdot \text{m}$ 。

## 第 184 题 | 【06B0502】

一长为  $l$ , 质量可以忽略的直杆, 可绕通过其一端的水平光滑轴在竖直平面内作定轴转动, 在杆的另一端固定着一质量为  $m$  的小球。现将杆由水平位置无初转速地释放, 则杆与水平方向夹角为  $\theta$  时, 杆的



角加速度为\_\_\_\_\_。

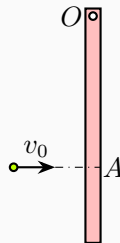
### 第 185 题 | 【06B0503】

一做定轴转动的物体，对转轴的转动惯量为  $3 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ ，初始角速度为  $6 \text{ rad/s}$ 。现对物体加一恒定的制动力矩  $-12 \text{ N} \cdot \text{m}$ ，当物体的角速度减慢到  $2 \text{ rad/s}$  时，物体已转过了角度\_\_\_\_\_  $\text{rad}$ 。

## 5. 定轴转动的碰撞

### 第 186 题 | 【06B0701】

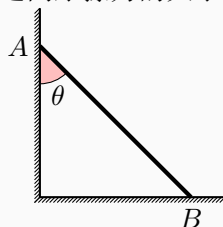
长为  $L$ 、质量为  $m$  的匀质细杆可绕通过杆一端  $O$  的水平光滑固定轴转动，转动惯量为  $\frac{1}{3}mL^2$ ，开始时杆铅直下垂，如图所示。有一质量也为  $m$  的子弹以水平速度  $v_0$  射穿杆上  $A$  点，出来时速度为  $\frac{1}{2}v_0$ ，已知  $OA = \frac{2}{3}L$ ，则子弹射穿的瞬间，杆的角速度大小为\_\_\_\_\_。



## 6. 刚体的平衡

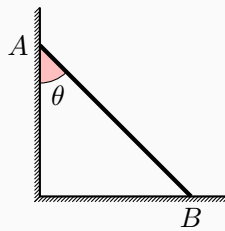
### 第 187 题 | 【06B1001】

如图所示，一质量为  $m$  的匀质细杆  $AB$ ， $A$  端靠在光滑的竖直墙壁上， $B$  端置于粗糙水平地面上而静止，杆身与竖直方向成  $\theta$  角，则地面与杆之间摩擦力的大小  $f =$ \_\_\_\_\_。重力加速度大小为  $g$ 。



### 第 188 题 | 【06B1002】

如图所示，一质量为  $m$  的匀质细杆  $AB$ ， $A$  端靠在光滑的竖直墙壁上， $B$  端置于粗糙水平地面上而静止，杆身与竖直方向成  $\theta$  角，则  $B$  端对地面的压力大小  $N =$ \_\_\_\_\_。重力加速度大小为  $g$ 。



### 三、计算题

#### 1. 定轴转动的转动定律

##### 第 189 题 | 【06C0501】

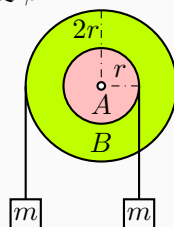
一长为  $L$ 、质量为  $m$  的均匀细杆与水平桌面之间的摩擦系数为  $\mu$ ，细杆可绕过其中心且垂直桌面的转轴转动，转轴无摩擦。(1) 试求细杆逆时针转动过程中，摩擦力对转轴的力矩；(2) 如果细杆的初始角速度为  $\omega_0$ ，试求任意  $t$  时刻细杆转动的角速度  $\omega$ 。

##### 第 190 题 | 【06C0502】

质量为  $m$ 、竖直边长  $a$ 、水平边长  $b$  的匀质矩形薄板绕其竖直边转动，初始角速度为  $\omega_0$ 。转动时受到空气的阻力，阻力垂直于板面，每一小面积所受阻力的大小正比于该块面积及其速度平方的乘积，比例常量为  $k$ 。求：(1) 薄板绕竖直边转动的转动惯量；(2) 当薄板转动的角速度为  $\omega$  时薄板所受到的空气阻力对转轴的力矩；(3) 经过多少时间，薄板转动的角速度减为初始角速度的一半？

##### 第 191 题 | 【06C0503】

一个质量为  $m$ 、半径为  $r$  的均质圆盘  $A$  对其质心轴的转动惯量为  $\frac{1}{2}mr^2$ 。现将圆盘  $A$  和另一个质量为  $2m$ 、半径为  $2r$  的均质圆盘  $B$  同轴地粘在一起，此系统可绕通过盘心且垂直盘面的水平光滑轴定轴转动。大小圆盘边缘都绕有轻绳，绳下端都挂着质量为  $m$  的物体，如图所示。求：(1) 上述粘合圆盘对中心轴的转动惯量  $J$ ；(2) 圆盘转动的角加速度  $\beta$ 。



## 2. 定轴转动的碰撞

## 第 192 题 | 【06C0701】

一长为  $L$ 、质量为  $m$  的均匀细杆可绕其一端在竖直面内无摩擦地转动。现有一质量为  $m$  的质点以水平速度  $v_0$  与竖直悬挂的细杆发生完全弹性碰撞。已知碰撞过程中，转轴对细杆的作用力沿水平方向的分量为零，求：(1) 碰撞位置到转轴之间的距离  $d$ ；(2) 碰后细杆转动的角速度  $\omega$ 。

## 第 193 题 | 【06C0702】

质量为  $m_1$ 、长为  $L$  的均质细棒以一端为支点悬挂起来。一质量为  $m_2$  的子弹以  $v_0$  的水平速度射入棒的另一端，且留在棒内。设在棒偏转时，支点处的摩擦可忽略。试求：(1) 在子弹射入棒的瞬间，棒的角速度大小；(2) 棒的最大偏转角。

## 第 194 题 | 【06C0703】

在一根长为  $3L$  的轻杆上打一个小孔，小孔离一端的距离为  $L$ ，再在杆的两端以及距杆另一端  $L$  处各系一质量为  $m_1$  的小球，然后通过此孔将杆悬挂于一光滑的水平细轴上。开始时杆静止，一质量为  $m$  的小铅粒以  $v_0$  的水平速度射入中间小球，并留在里面。设小铅粒相对小球静止时杆的角位移可以忽略，小球、小铅粒均视为质点，试求：(1) 铅粒射入小球后，铅粒、所有小球及轻杆组成的系统对转轴的转动惯量；(2) 铅粒射入小球瞬间，轻杆的角速度大小；(3) 杆的最大摆角。

## 第 195 题 | 【06C0704】

质量为  $m$  的子弹，以速度  $v_0$  射入质量为  $m_0$ 、半径为  $R$  的静止圆盘的边缘，并留在该处， $v_0$  的方向与入射处的半径垂直。若盘心装有一与盘面垂直的光滑固定轴，求子弹射入后圆盘转动的角速度。已知质量为  $m$ 、半径为  $R$  的均匀圆盘对通过盘心且垂直于盘面的转轴的转动惯量为  $J = \frac{1}{2}mR^2$ 。

## 3. 定轴转动的动能定理

## 第 196 题 | 【06C0801】

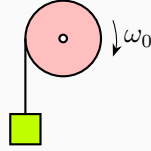
一根长为  $L$ 、质量为  $M$  的均匀细棒，其一端与光滑的水平轴相连，可在竖直平面内转动，另一端固定一质量为  $m$  的小球，小球可视为质点。设棒由水平静止释放，求细棒摆下  $\theta$  角度时，(1) 棒的角加速度；(2) 棒的角速度。

## 第 197 题 | 【06C0802】

一根长为  $3L$  的刚性尺子，质量均匀分布，在距一端  $L$  处被钉到墙上，且可以在竖直平面内自由转动。先用手使尺子保持水平，然后释放。设尺子总质量  $3m$ ，求：(1) 尺子相对转轴的转动惯量；(2) 刚释放时尺子的角加速度的大小；(3) 尺子到竖直位置时的角速度的大小。

## 第 198 题 | 【06C0803】

一轴承光滑的定滑轮，质量为  $M$ ，半径为  $R$ ，一根不能伸长的轻绳，一端固定在定滑轮上，另一端系有一质量为  $m$  的物体，如图所示。已知定滑轮的转动惯量为  $J = \frac{1}{2}MR^2$ ，其初角速度大小为  $\omega_0$ ，方向垂直纸面向里。求：(1) 定滑轮的角加速度的大小和方向；(2) 定滑轮的角速度变化到  $\omega = 0$  时，物体上升的高度；(3) 当物体回到原来位置时，定滑轮的角速度的大小和方向。



## 4. 平面平行运动

## 第 199 题 | 【06C0901】

一长为  $L$ 、质量为  $m$  的均匀细杆静止放置在光滑水平桌面上，现有一质量为  $m$  的质点以速度  $v_0$  垂直撞向细杆并发生完全弹性碰撞。已知碰撞过程中，细杆一端保持静止，求：(1) 碰撞位置到细杆质心之间的距离  $d$ ；(2) 碰后质点的速度  $v_1$ 。

## 第 200 题 | 【06C0902】

质量为  $m$  的子弹，以速度  $v_0$  射入置于光滑水平桌面上的、质量为  $m_0$ 、半径为  $R$  的静止圆盘的边缘，并留在该处， $v_0$  的方向与入射处的半径垂直。若圆盘是自由的，求子弹射入后系统质心的速度和系统转动的角速度。已知质量为  $m$ 、半径为  $R$  的均匀圆盘对通过盘心且垂直于盘面的转轴的转动惯量为  $J = \frac{1}{2}mR^2$ 。

## 第七章 简谐振动

### 一、选择题

#### 1. 简谐振动的特征量

##### 第 201 题 | 【07A0101】

一质量为  $m$  的物体挂在劲度系数为  $k$  的轻弹簧下面，振动圆频率为  $\omega$ 。若把此弹簧分割成二等份，将物体  $m$  挂在分割后的一根弹簧上，则振动圆频率是

- (A)  $2\omega$  (B)  $\sqrt{2}\omega$  (C)  $\frac{1}{\sqrt{2}}\omega$  (D)  $\frac{1}{2}\omega$

##### 第 202 题 | 【07A0102】

把单摆摆球从平衡位置向位移正方向拉开，使摆线与竖直方向成一微小角度  $\theta$ ，然后由静止放手任其摆动，从放手时开始计时，并用余弦函数表示其运动学方程，则该单摆振动的初相为

- (A)  $\pi$  (B)  $\frac{1}{2}\pi$  (C)  $\theta$  (D)  $0$

#### 2. 简谐振动的表达式

##### 第 203 题 | 【07A0201】

一物体做简谐振动，振动表达式为  $x = A \cos(\omega t + \frac{1}{4}\pi)$ 。在  $t = \frac{1}{4}T$  ( $T$  为周期) 时刻，物体的加速度为

- (A)  $-\frac{\sqrt{2}}{2}A\omega^2$  (B)  $\frac{\sqrt{2}}{2}A\omega^2$  (C)  $-\frac{\sqrt{3}}{2}A\omega^2$  (D)  $\frac{\sqrt{3}}{2}A\omega^2$

##### 第 204 题 | 【07A0202】

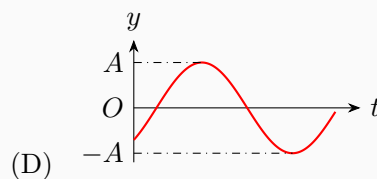
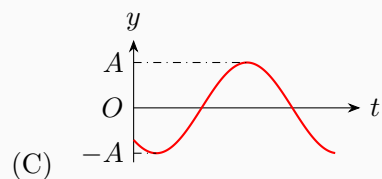
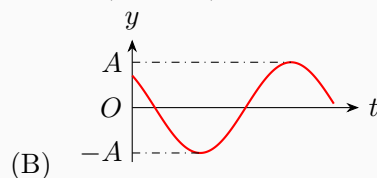
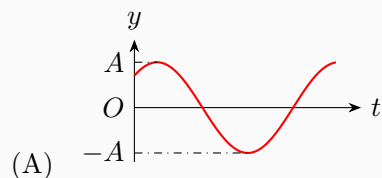
竖直悬挂的弹簧振子处于静止状态，现用力将振子向下拉  $0.02\text{ m}$  后由静止释放，使之做简谐振动，并测得振动周期为  $0.2\text{ s}$ 。设竖直向下为  $x$  轴正方向，释放时为计时零点，则其用余弦函数表示的振动表达式为

- (A)  $x = 0.02 \cos(10\pi t + \pi)(\text{SI})$  (B)  $x = 0.02 \cos(10\pi t)(\text{SI})$   
(C)  $x = 0.02 \cos(0.4\pi t)(\text{SI})$  (D)  $x = 0.02 \cos(0.4\pi t + \pi)(\text{SI})$

## 3. 振动曲线

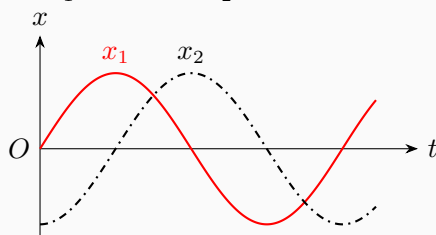
## 第 205 题 | 【07A0301】

已知一质点沿  $y$  轴做简谐振动, 其振动表达式为  $y = A \cos(\omega t + \frac{3}{4}\pi)$ , 与其对应的振动曲线是



## 第 206 题 | 【07A0302】

两个同周期简谐振动曲线如图所示。  $x_1$  的相位比  $x_2$  的相位



(A) 落后  $\frac{1}{2}\pi$

(B) 超前  $\frac{1}{2}\pi$

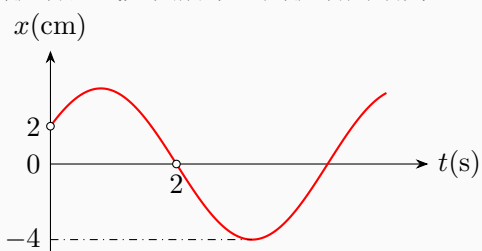
(C) 落后  $\pi$

(D) 超前  $\pi$

## 4. 旋转矢量

## 第 207 题 | 【07A0401】

用余弦函数描述一简谐振动, 其振动曲线如图所示, 则振动周期为



(A) 4 s

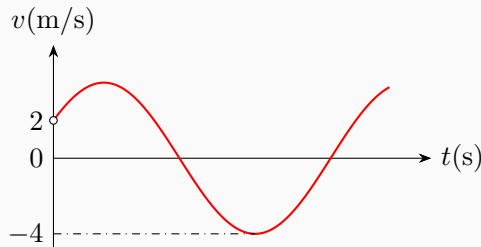
(B) 4.8 s

(C) 6 s

(D) 8 s

## 第 208 题 | 【07A0402】

一质点做简谐振动, 其速度与时间的曲线如图所示, 若质点的振动规律用余弦函数描述, 则其初位相为



- (A)  $\frac{1}{6}\pi$  (B)  $-\frac{1}{6}\pi$  (C)  $\frac{5}{6}\pi$  (D)  $-\frac{5}{6}\pi$

## 5. 简谐振动的能量

## 第 209 题 | 【07A0501】

一质点做简谐振动, 其振动表达式为  $x = A \cos(\omega t + \varphi_0)$ 。在求质点的振动动能时, 得出下面 5 个表达式: (1)  $\frac{1}{2}m\omega^2 A^2 \sin^2(\omega t + \varphi_0)$ ; (2)  $\frac{1}{2}m\omega^2 A^2 \cos^2(\omega t + \varphi_0)$ ; (3)  $\frac{1}{2}kA^2 \sin^2(\omega t + \varphi_0)$ ; (4)  $\frac{1}{2}kA^2 \cos^2(\omega t + \varphi_0)$ ; (5)  $\frac{2\pi^2 mA^2}{T^2} \sin^2(\omega t + \varphi_0)$ ; 其中  $m$  是质点的质量,  $k$  是弹簧的劲度系数,  $T$  是振动的周期。这些表达式中正确的有

- (A) (1)(3) (B) (1)(5) (C) (3)(5) (D) (1)(3)(5)

## 第 210 题 | 【07A0502】

一弹簧振子做简谐振动, 当位移为振幅的一半时, 其动能为总能量的

- (A)  $\frac{1}{2}$  (B)  $\frac{1}{4}$  (C)  $\frac{1}{8}$  (D)  $\frac{3}{4}$

## 6. 同方向同频率简谐振动的合成

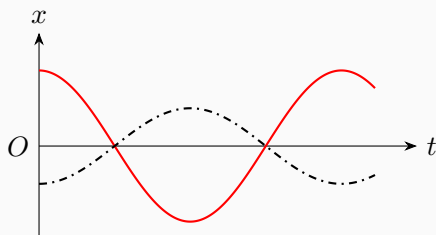
## 第 211 题 | 【07A0601】

一质点同时参与了两个同方向的简谐振动, 它们振动的表达式分别为  $x_1 = 0.05 \cos(\omega t + \frac{1}{4}\pi)(\text{SI})$ ,  $x_2 = 0.05 \cos(\omega t + \frac{3}{4}\pi)(\text{SI})$ , 其合运动的表达式为

- (A)  $x = 0.1 \cos(2\omega t + \pi)(\text{SI})$  (B)  $x = 0.1 \cos(\omega t + \pi)(\text{SI})$   
(C)  $x = 0.05 \cos(\omega t + \frac{1}{2}\pi)(\text{SI})$  (D)  $x = 0.05\sqrt{2} \cos(\omega t + \frac{1}{2}\pi)(\text{SI})$

## 第 212 题 | 【07A0602】

图中所画的是两个简谐振动的振动曲线。若这两个简谐振动可叠加, 其合运动用余弦函数表示时的初相为

(A)  $\frac{3}{2}\pi$ (B)  $\pi$ (C)  $\frac{1}{2}\pi$ 

(D) 0

## 二、填空题

### 1. 简谐振动的特征量

#### 第 213 题 | 【07B0101】

一质量为  $m$  的质点挂在一弹簧测力计上, 开始时静止在弹簧自然伸长处, 之后放手, 则弹簧测力计的最大读数为\_\_\_\_。(重力加速度大小为  $g$ )

#### 第 214 题 | 【07B0102】

将质量为  $0.2\text{ kg}$  的物体, 系于劲度系数  $k = 20\text{ N/m}$  的竖直悬挂的弹簧的下端。假定在弹簧不变形的位置将物体由静止释放, 然后物体做简谐振动, 则振动频率为\_\_\_\_Hz。(重力加速度取  $g = 10\text{ m/s}^2$ )

### 2. 简谐振动的表达式

#### 第 215 题 | 【07B0201】

一个质量为  $m$  的质点做简谐振动, 其振动表达式为  $x = A \cos(\omega t - \frac{1}{2}\pi)$ , 则质点的初速度为\_\_\_\_。

#### 第 216 题 | 【07B0202】

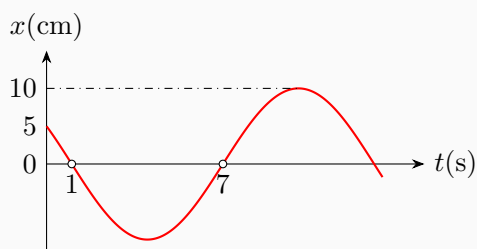
一质点沿  $x$  轴以  $x = 0$  为平衡位置做简谐振动, 频率为  $0.25\text{ Hz}$ 。  $t = 0$  时,  $x = -5\text{ cm}$  而速度等于零, 则用余弦函数表示的振动表达式为\_\_\_\_(SI)。

### 3. 振动曲线

#### 第 217 题 | 【07B0301】

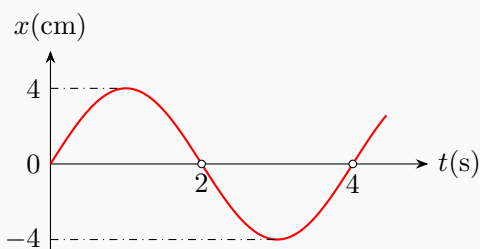
一简谐振动用余弦函数表示, 其振动曲线如图所示, 则此简谐振动的  $\omega =$ \_\_\_\_rad/s。





## 第 218 题 | 【07B0302】

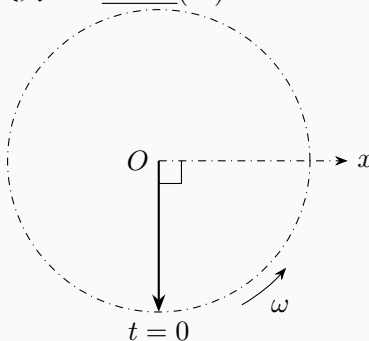
用余弦函数描述一个质点做简谐振动，其振动曲线如图所示，则由图可确定在  $t = 2\text{ s}$  时刻，此质点的速度方向为\_\_\_\_\_。



## 4. 旋转矢量

## 第 219 题 | 【07B0401】

图中用旋转矢量法表示了一个简谐振动。旋转矢量的长度为  $0.04\text{ m}$ ，旋转角速度  $\omega = 4\pi\text{ rad/s}$ 。此简谐振动以余弦函数表示的振动表达式为  $x = \underline{\hspace{2cm}}(\text{SI})$ 。



## 5. 简谐振动的能量

## 第 220 题 | 【07B0501】

一弹簧振子做简谐振动，总能量为  $E_1$ ，如果简谐振动的振幅增加为原来的两倍，振子的质量增加为原来的四倍，则它的总能量为  $E_2 = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

## 第 221 题 | 【07B0502】

质量为  $m$  物体和一个轻弹簧组成弹簧振子, 其固有振动周期为  $T$ 。当它做振幅为  $A$  的简谐振动时, 其振动能量  $E =$ \_\_\_\_\_。

## 6. 同方向同频率简谐振动的合成

## 第 222 题 | 【07B0601】

如果一个质点同时参与振动方向相同的两个同振幅  $A$ 、同圆频率  $\omega$  且初相位相同的简谐振动, 其合运动仍是简谐振动, 那么它的振幅为\_\_\_\_\_。

## 第 223 题 | 【07B0602】

两个同方向同频率的简谐振动, 其振动表达式分别为  $x_1 = 0.06 \cos(5t + \frac{1}{2}\pi)$  (SI),  $x_2 = 0.08 \cos(\pi - 5t)$  (SI), 它们的合振动的振幅为\_\_\_\_\_m。

## 7. 拍

## 第 224 题 | 【07B0701】

已知两个振动方向相同而圆频率分别为  $\omega_1$  和  $\omega_2$  的简谐振动的合运动有拍的现象, 则拍频为\_\_\_\_\_。

## 三、计算题

## 1. 简谐振动的表达式

## 第 225 题 | 【07C0201】

一质点沿  $x$  轴做简谐振动, 其振动表达式为  $x = 0.4 \cos[3\pi(t + \frac{1}{6})]$  (SI)。试求: (1) 振幅、圆频率和周期; (2) 初相位、初位置和初速度; (3)  $t = 1.5$  s 时的位置、速度和加速度。

## 第 226 题 | 【07C0202】

一简谐振动的表达式为  $x = A \cos(8t + \varphi_0)$  (SI)。已知初始位置  $x_0 = 0.04$  m, 初始速度  $v_0 = -0.24$  m/s。试确定振幅  $A$  和初位相  $\varphi_0$ 。

## 第 227 题 | 【07C0203】

一质点沿  $x$  轴做简谐振动, 其圆频率  $\omega = 10$  rad/s。试用余弦函数分别写出以下两种初始状态下的振动表达式: (1) 其初始位置  $x_0 = 1$  cm, 初始速度  $v_0 = 10$  cm/s; (2) 其初始位置  $x_0 = 1$  cm, 初始速度  $v_0 = -10$  cm/s。

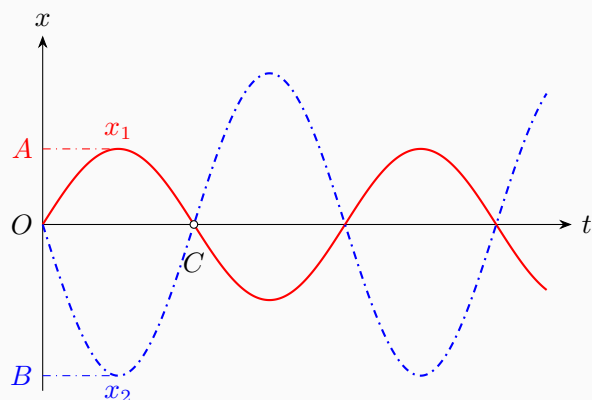
## 2. 同方向同频率简谐振动的合成

## 第 228 题 | 【07C0601】

质点同时参与两个简谐振动  $x_1 = 0.08 \cos(10t + \frac{3}{4}\pi)(\text{SI})$ ,  $x_2 = 0.06 \cos(10t + \frac{1}{4}\pi)(\text{SI})$ , 求合振动的振幅和初始相位。

## 第 229 题 | 【07C0602】

两个简谐振动的振动曲线如图所示, 请用余弦函数表示: (1) 两个简谐振动的振动表达式; (2) 合振动的振动表达式。



## 第八章 平面简谐波

### 一、选择题

#### 1. 波的表达式

##### 第 230 题 | 【08A0201】

下列表达式中表示沿  $x$  轴负向传播的平面简谐波的是 (式中  $A$ 、 $B$  和  $C$  是正的常量)

- (A)  $y(x, t) = A \cos(Bx + Ct)$  (B)  $y(x, t) = A \cos(Bx - Ct)$   
(C)  $y(x, t) = A \cos(Bx) \cos(Ct)$  (D)  $y(x, t) = A \sin(Bx) \sin(Ct)$

##### 第 231 题 | 【08A0202】

已知一平面简谐波的表达式为  $y = A \cos(Bt + Cx)$  ( $A$ 、 $B$ 、 $C$  为正值常量), 则

- (A) 波的频率为  $B$  (B) 波的传播速度为  $\frac{C}{B}$  (C) 波长为  $\frac{\pi}{C}$  (D) 波的周期为  $\frac{2\pi}{B}$

##### 第 232 题 | 【08A0203】

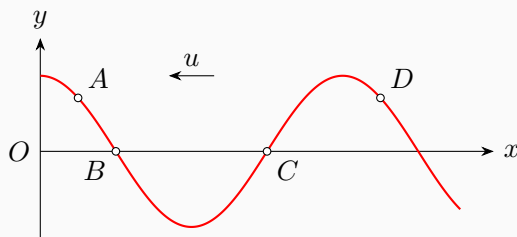
在简谐波的传播过程中, 沿传播方向相距半个波长的两个质点的振动速度

- (A) 大小相同, 方向相反 (B) 大小不同, 方向相同  
(C) 大小相同, 方向相同 (D) 大小不同, 方向相反

#### 2. 波形图

##### 第 233 题 | 【08A0301】

某横波以波速  $u$  沿  $x$  轴负方向传播,  $t$  时刻波形曲线如图所示, 则该时刻

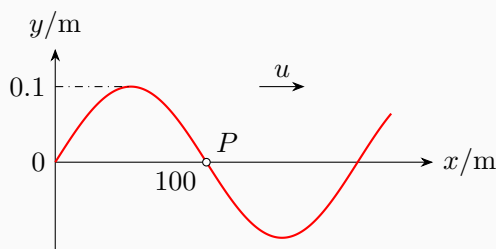


- (A)  $A$  点振动速度大于零  
(C)  $C$  点向下运动

- (B)  $B$  点静止不动  
(D)  $D$  点振动速度小于零

## 第 234 题 | 【08A0302】

图示为一简谐波在  $t = 0$  时刻的波形图，波速  $u = 200 \text{ m/s}$ ，则  $P$  处质点的振动速度的表达式为

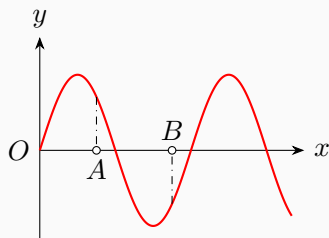


- (A)  $v = -0.2\pi \cos(2\pi t - \pi) \text{ (SI)}$   
(C)  $v = 0.2\pi \cos(2\pi t - \frac{1}{2}\pi) \text{ (SI)}$

- (B)  $v = -0.2\pi \cos(\pi t - \pi) \text{ (SI)}$   
(D)  $v = 0.2\pi \cos(\pi t - \frac{3}{2}\pi) \text{ (SI)}$

## 第 235 题 | 【08A0303】

图示一平面简谐机械波在  $t$  时刻的波形曲线。若此时  $A$  点处媒质质元的振动动能在增大，则



- (A)  $A$  点处质元的弹性势能在减小  
(C)  $B$  点处质元的振动动能在减小

- (B) 波沿  $x$  轴负方向传播  
(D) 各点的波的能量密度都不随时间变化

## 3. 波的能量

## 第 236 题 | 【08A0401】

一平面简谐波在弹性媒质中传播时，某一时刻媒质中某质元在负的最大位移处，则它的能量是

- (A) 动能为零，势能最大  
(C) 动能最大，势能最大

- (B) 动能为零，势能为零  
(D) 动能最大，势能为零

## 第 237 题 | 【08A0402】

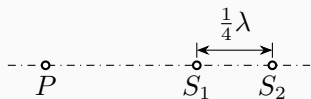
一平面简谐波在弹性媒质中传播，在媒质质元从最大位移处回到平衡位置的过程中

- (A) 它的势能转换成动能
- (B) 它的动能转换成势能
- (C) 它从相邻的一段媒质质元获得能量, 其能量逐渐增加
- (D) 它把自己的能量传给相邻的一段媒质质元, 其能量逐渐减小

#### 4. 波的干涉

##### 第 238 题 | 【08A0501】

两相干波源  $S_1$  和  $S_2$  相距  $\frac{1}{4}\lambda$  ( $\lambda$  为波长),  $S_1$  的相位比  $S_2$  的相位超前  $\frac{1}{2}\pi$ , 在  $S_1$ 、 $S_2$  所在直线上,  $S_1$  外侧各点 (例如  $P$  点) 两波引起的两个简谐振动的相位差是



- (A) 0
- (B)  $\frac{1}{2}\pi$
- (C)  $\pi$
- (D)  $\frac{3}{2}\pi$

##### 第 239 题 | 【08A0502】

如图所示,  $S_1$  和  $S_2$  为两相干波源, 它们的振动方向均垂直于图面, 发出波长为  $\lambda$  的简谐波,  $P$  点是两列波相遇区域中的一点, 已知  $\overline{S_1P} = 2\lambda$ ,  $\overline{S_2P} = 2.2\lambda$ , 两列波在  $P$  点发生相消干涉。若  $S_1$  的振动表达式为  $y_1 = A \cos(2\pi t + 0.5\pi)$ , 则  $S_2$  的振动表达式为



- (A)  $y_2 = A \cos(2\pi t - 0.5\pi)$
- (B)  $y_2 = A \cos(2\pi t + \pi)$
- (C)  $y_2 = A \cos(2\pi t + 0.5\pi)$
- (D)  $y_2 = 2A \cos(2\pi t - 0.1\pi)$

#### 5. 驻波

##### 第 240 题 | 【08A0601】

沿着相反方向传播的两列相干波, 其表达式为  $y_1 = A \cos[2\pi(ft - \frac{x}{\lambda})]$  和  $y_2 = A \cos[2\pi(ft + \frac{x}{\lambda})]$ 。在叠加后形成的驻波中, 各处简谐振动的振幅是

- (A)  $A$
- (B)  $2A$
- (C)  $2A \cos(2\pi \frac{x}{\lambda})$
- (D)  $|2A \cos(2\pi \frac{x}{\lambda})|$

## 第 241 题 | 【08A0602】

在驻波中, 两个相邻波节间各质点的振动

(A) 振幅相同, 相位相同

(B) 振幅不同, 相位相同

(C) 振幅相同, 相位不同

(D) 振幅不同, 相位不同

## 二、填空题

## 1. 波的特征量

## 第 242 题 | 【08B0101】

一平面简谐波在某介质中传播的速度为 6 m/s, 振动周期为 0.1 s, 则波长为\_\_\_\_\_m。

## 第 243 题 | 【08B0102】

频率为 500 Hz 的波在某介质中的波速为 350 m/s, 在波的传播方向上, 间距小于波长、相位差为  $\frac{2}{3}\pi$  的两点之间的距离为\_\_\_\_\_m。

## 2. 波的表达式

## 第 244 题 | 【08B0201】

一平面简谐波沿  $x$  轴正方向传播, 波的表达式为  $y = A \cos \left[ 2\pi \left( \frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right) + \varphi_0 \right]$ , 则  $x = -\lambda$  处质点振动的表达式是\_\_\_\_\_。

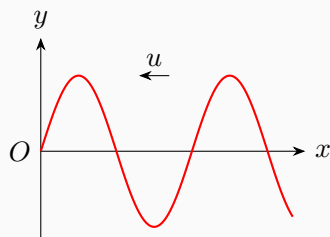
## 第 245 题 | 【08B0202】

已知一平面简谐波的波长为 1 m, 振幅为 0.1 m, 周期为 0.5 s。选波的传播方向为  $x$  轴正方向, 并以振动初相为零的点为坐标原点, 则用余弦函数表示时波的表达式为  $y = \underline{\hspace{2cm}}$  (SI)。

## 3. 波形图

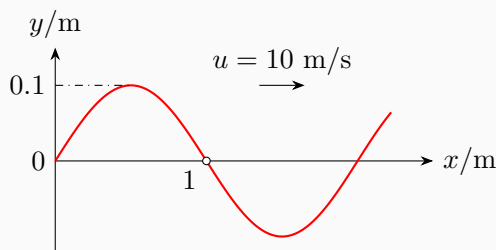
## 第 246 题 | 【08B0301】

图为沿  $x$  轴负方向传播的平面简谐波在  $t = 0$  时刻的波形。若波的表达式以余弦函数表示, 则  $O$  点处质点振动的初相为\_\_\_\_\_ (取  $-\pi$  到  $\pi$  之间的值)。



## 第 247 题 | 【08B0302】

图为  $t = \frac{1}{4}T$  时一平面简谐波的波形曲线, 则该波用余弦函数表示时的表达式为\_\_\_\_(SI)。



## 4. 波的干涉

## 第 248 题 | 【08B0501】

振幅均为  $A$  相干波源  $S_1$ 、 $S_2$ , 相距  $\frac{3}{4}\lambda$  ( $\lambda$  为波长), 初相分别为  $\varphi_{10}$  和  $\varphi_{20}$ 。若在  $S_1$ 、 $S_2$  所在直线上  $S_1$  外侧各点合振幅为  $2A$ , 则两波源的初相差  $\Delta\varphi_0 = \varphi_{20} - \varphi_{10} =$ \_\_\_\_(取 0 到  $2\pi$  之间的值)。

## 第 249 题 | 【08B0502】

两个相干点波源  $S_1$  和  $S_2$ , 它们的振动表达式分别是  $y_1 = A \cos(\omega t + \frac{1}{2}\pi)$  和  $y_2 = A \cos(\omega t - \frac{1}{2}\pi)$ 。波从  $S_1$  传到  $P$  点经过的路程等于 2 个波长, 波从  $S_2$  传到  $P$  点的路程等于 3.5 个波长。设两波波速相同, 在传播过程中振幅不衰减, 则两波传到  $P$  点引起  $P$  点的合振动的振幅为\_\_\_\_。

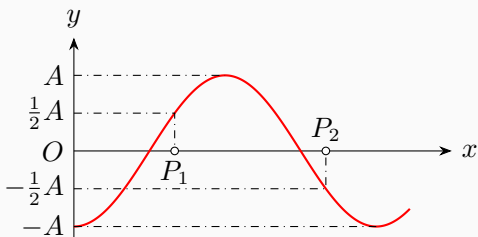
## 5. 驻波

## 第 250 题 | 【08B0601】

某一弦线上有两列平面简谐波, 其表达式分别为  $y_1 = 0.1 \cos(2t - 4x)$ (SI) 和  $y_2 = 0.1 \cos(2t + 4x)$ (SI)。若这两列波相遇, 则形成的驻波的表达式为\_\_\_\_(SI)。

## 第 251 题 | 【08B0602】

某时刻驻波波形曲线如图所示, 则  $P_1$ 、 $P_2$  两点振动的相位差为\_\_\_\_。





## 6. 多普勒效应

## 第 252 题 | 【08B0701】

设空气中声速为  $340 \text{ m/s}$ ，一列火车以  $17 \text{ m/s}$  的速度行驶，若汽笛的频率为  $570 \text{ Hz}$ ，一个静止在火车前方的观测者听到的声音频率为\_\_\_\_\_  $\text{Hz}$ 。

## 第 253 题 | 【08B0702】

一固定的超声波探测仪，在海水中发出一束波速为  $u$ 、频率  $f$  的超声波，被一向着探测器驶来的潜艇反射回来。探测器测得反射波与其发射的入射波的频率相差为  $\Delta f$ ，则该潜艇的速度为\_\_\_\_\_。

## 三、计算题

## 1. 波的表达式

## 第 254 题 | 【08C0201】

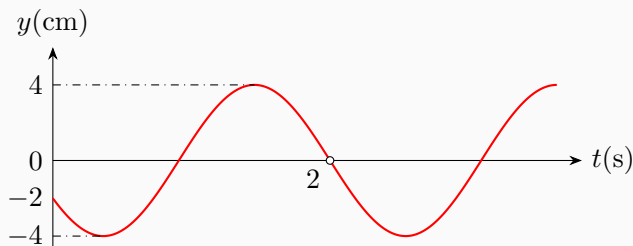
设有一平面简谐波，其表达式为  $y = 5 \cos \left[ 2\pi \left( 20t - \frac{x}{10} \right) \right]$ ，其中  $x$ 、 $y$  的单位为  $\text{cm}$ ， $t$  的单位为  $\text{s}$ 。试求：(1) 振幅  $A$ 、频率  $f$ 、波长  $\lambda$  以及波速  $u$ ；(2) 若某处振动的初相位为  $\frac{3}{5}\pi$ ，求该处的位置  $x$ 。

## 第 255 题 | 【08C0202】

设有一列沿  $x$  轴正方向传播的平面简谐波，它的波长  $\lambda = 0.1 \text{ m}$ ，位于  $x = 0.05 \text{ m}$  处的波源的振动方程为  $y = 0.03 \cos(\pi t) (\text{SI})$ 。求：(1) 该波的周期  $T$ 、波速  $u$ ；(2) 该波的表达式 (用余弦函数表示)；(3)  $t = 0$  时， $x = 5 \text{ m}$  处质点离开平衡位置的位移和振动速度。

## 第 256 题 | 【08C0203】

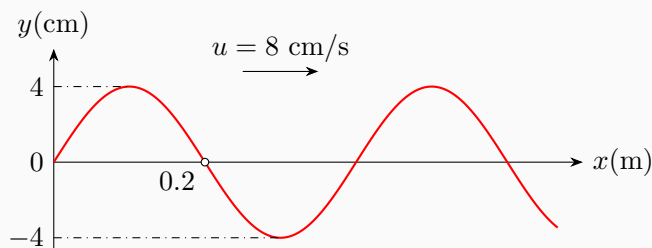
一平面简谐波沿一弦线自左向右传播，传播速度为  $11 \text{ m/s}$ ，弦上某点  $P$  的振动曲线如图所示。若取该点为坐标  $x$  的原点，向右为正方向。若用余弦函数表示简谐波，求：(1) 在旋转矢量图中标出  $P$  点初相位；(2) 此波的表达式。



## 2. 波形图

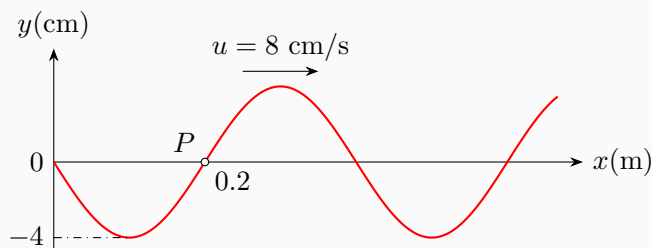
## 第 257 题 | 【08C0301】

如图所示为一平面简谐波在  $t = 0$  时刻的波形图, 求: (1) 该波的表达式 (用余弦函数表示); (2)  $t = 2.5 \text{ s}$  时刻  $x = 0.2 \text{ m}$  处质点的速度。



## 第 258 题 | 【08C0302】

图示一平面简谐波在  $t = 0$  时刻的波形图, 请用余弦函数表示: (1) 该波的表达式; (2)  $P$  处质点的振动表达式。



## 3. 波的干涉

## 第 259 题 | 【08C0501】

一平面简谐波沿  $x$  轴正方向传播, 波的表达式为  $y_1 = A \cos [2\pi (ft - \frac{x}{\lambda})]$ , 而另一平面简谐波沿  $x$  轴负方向传播, 波的表达式为  $y_2 = 2A \cos [2\pi (ft + \frac{x}{\lambda})]$ , 求: (1)  $x = \frac{1}{4}\lambda$  处介质质点的合振动的表达式; (2)  $x = \frac{1}{4}\lambda$  处介质质点的速度表达式。

## 4. 多普勒效应

## 第 260 题 | 【08C0701】

一人站立不动, 其左侧有一声源以  $v_1$  的速率向右运动, 同时其右侧有一反射屏以  $v_2$  的速率向左运动。已知声频为  $f$ , 声速为  $v_0$ , 求人听到的“拍频”是多少?