

## 《大学物理 C》测试 1 参考答案

一、**选择题**：本题共 10 小题，每小题 2 分，共 20 分。请把正确答案填写在答题纸的正确位置。每小题给出的四个选项中只有一个选项正确。错选、多选或未选的得 0 分。

1. 一质点作直线运动，某时刻的瞬时速度  $v = 2 \text{ m/s}$ ，若一秒钟后质点的速度为零，则能确定的是 ( )

(A) 该时刻的瞬时加速度  $-2 \text{ m/s}^2$

(B) 该时刻的瞬时加速度  $2 \text{ m/s}^2$

(C) 该一秒间隔内的平均加速度为  $-2 \text{ m/s}^2$

(D) 该一秒间隔内的平均加速度为  $2 \text{ m/s}^2$

答案：C；考查平均速度，瞬时速度，平均加速度，瞬时加速度的概念。

正确率：97%

2. 关于质点的运动，以下说法正确的是 ( )

(A) 若质点的加速度为恒矢量，它一定作匀变速率运动

(B) 若质点作匀速率运动，其总加速度必为零

(C) 若质点作曲线运动且任意时刻速率不为零，切向加速度有可能为零

(D) 运动质点在某时刻位于矢径  $\vec{r}(x, y)$  的端点处，其速度大小为  $d|\vec{r}|/dt$

答案：C

推理过程：A. 速率变化只和切向加速度有关，反例有平抛运动；B. 反例有匀速圆周运动；C. 在运动轨迹为圆时，切向加速度为零，正确；D. 速度大小为  $|d\vec{r}/dt|$ ，故选 C。

正确率：84%

3. 质量为  $m$  的质点在  $Oxy$  平面内运动，运动方程为  $\vec{r} = a \cos \omega t \vec{i} + b \sin \omega t \vec{j}$ ，则质点在  $t$  时刻的动量为 ( )

(A)  $-m\omega a \sin \omega t \vec{i} + m\omega b \cos \omega t \vec{j}$

(B)  $-m\omega a \cos \omega t \vec{i} + m\omega b \sin \omega t \vec{j}$

(C)  $m\omega a \sin \omega t \vec{i} - m\omega b \cos \omega t \vec{j}$

(D)  $m\omega a \cos \omega t \vec{i} - m\omega b \sin \omega t \vec{j}$

答案：A

正确率：95%

4. 如图所示，一个小物体，位于光滑的水平桌面上，与一绳的一端相连结，绳的另一端穿过桌面中心的小孔  $O$ 。该物体原以角速度  $\omega$  在半径为  $R$  的圆周上绕  $O$  旋转，今将绳子从小孔缓慢往下拉。则物体 ( )

(A) 动能不变，动量改变；

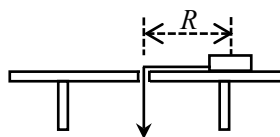
(B) 动量不变，动能改变；

(C) 角动量不变，动量不变；

(D) 角动量改变，动量改变；

(E) 角动量不变，动能和动量都改变。

答案：E



正确率：82%

5. 质量分别为  $m_1$ 、 $m_2$  的两个物体用一劲度系数为  $k$  的轻弹簧相连，放在水平光滑桌面上，如图所示。当两物体相距  $x$  时，系统由静止释放。已知弹簧的自然长度为  $x_0$ ，则当物体相距  $x_0$  时， $m_1$  的速度大小为（ ）

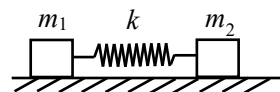
(A)  $\sqrt{\frac{k(x-x_0)^2}{m_1}}$

(B)  $\sqrt{\frac{k(x-x_0)^2}{m_2}}$

(C)  $\sqrt{\frac{k(x-x_0)^2}{m_1+m_2}}$

(D)  $\sqrt{\frac{km_2(x-x_0)^2}{m_1(m_1+m_2)}}$

(E)  $\sqrt{\frac{km_1(x-x_0)^2}{m_2(m_1+m_2)}}$



答案：D

正确率：88%

6. 质量、外形完全相同的生鸡蛋和熟鸡蛋放在桌上，当它们以相同的角速度沿着相同的轴旋转时，以下说法正确的是（ ）

(A) 生鸡蛋先停下来；

(B) 熟鸡蛋先停下来；

(C) 两者同时停下来；

(D) 无法判断停下来的先后顺序。

答案：(B)。因为熟鸡蛋的转动惯量小，所以角动量小，因此先停下来。

正确率：72%

7. 地球绕着太阳中心做椭圆运动，则在运动的过程中地球相对太阳中心的（ ）

(A) 角动量守恒，动能守恒；

(B) 角动量守恒，机械能守恒；

(C) 角动量守恒，动量也守恒；

(D) 角动量不守恒，动量也不守恒。

答案：(B)。因为只受向心力的作用，所以 B 正确。

正确率：88%

8. 对一个绕固定水平轴 O 匀速转动的转盘，沿图示的同一水平直线从相反方向射入两颗质量相同，速率相等的子弹，并停留在盘中，则子弹射入后转盘的角速度应（ ）

(A) 增大

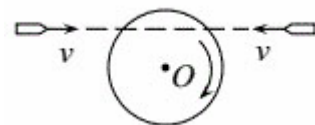
(B) 减小

(C) 不变

(D) 无法确定。

答案：(B)。根据角动量守恒可以推出。

正确率：78%



9. 同一弹簧振子悬挂相同的质量，分别按水平、竖直和倾斜三种方式放置，摩擦力都忽略不计，它们的振动周期分别为  $T_1$ 、 $T_2$  和  $T_3$ ，则三者之间的关系为（ ）

(A)  $T_1=T_2=T_3$

(B)  $T_1=T_2>T_3$

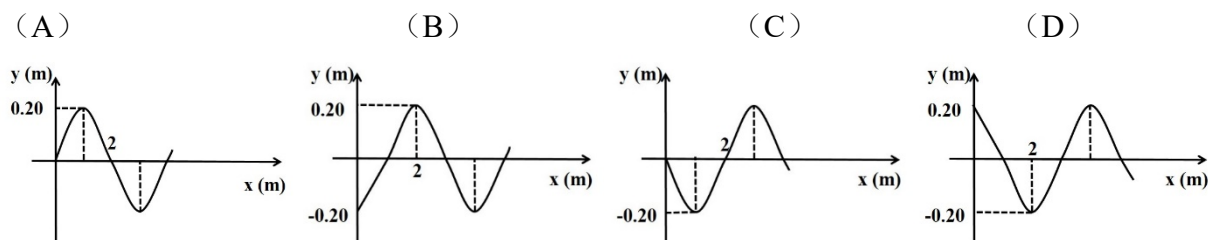
(C)  $T_1>T_2>T_3$

(D)  $T_1<T_2<T_3$

答案：A

正确率：83%

10. 一平面简谐波沿  $x$  正方向传播，波动方程为  $y = 0.2 \cos \left[ 2\pi \left( \frac{t}{2} - \frac{x}{4} \right) + \frac{\pi}{2} \right]$ ，则  $t = 0.5 \text{ s}$  时刻的波形图是 ( )



答案: B

分析:  $t = 0.5 \text{ s}$ ，代入波动方程，得到波形图。

正确率: 88%

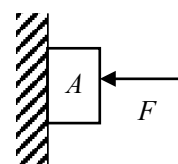
二、填空题: 本大题共 10 小题，每小题 2 分，共 20 分。请把正确答案填写在答题纸的正确位置。错填、不填均无分。

1. 一质点沿  $x$  方向运动，其加速度随时间变化关系为  $a = 3 + 2t \text{ m/s}^2$ ，如果初始时质点的速度  $v_0$  为  $5 \text{ m/s}$ ，当  $t$  为  $3 \text{ s}$  时，质点的速度  $v =$  \_\_\_\_\_。

答案:  $23 \text{ m/s}$

正确率: 91%

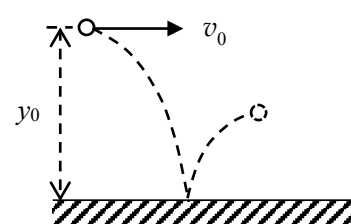
2. 沿水平方向的外力  $F$  将物体  $A$  压在竖直墙上，由于物体与墙之间有摩擦力，此时物体保持静止，如图所示。设其所受静摩擦力大小为  $f_0$ ，若外力增大至  $2F$ ，则此时物体所受静摩擦力大小为 \_\_\_\_\_。



答案:  $f_0$

正确率: 96%

3. 质量为  $m$  的小球自高为  $y_0$  处沿水平方向以速率  $v_0$  抛出，与地面碰撞后跳起的最大高度为  $0.5y_0$ ，如图所示。则碰撞过程中，地面对小球的竖直方向冲量大小为 \_\_\_\_\_。(重力加速度为  $g$ ，小球与地面碰撞时间忽略不计)



答案:  $(1 + \sqrt{2})m\sqrt{gy_0}$

正确率: 53%

4. 某质点在  $\vec{F} = (4 + 5x)\vec{i}$  (SI) 的作用下沿  $x$  轴作直线运动，在从  $x = 0$  移动到  $x = 10 \text{ m}$  的过程中，力  $\vec{F}$  所做的功为 \_\_\_\_\_。

答案:  $290 \text{ J}$

正确率: 86%

5. 刚体的转动惯量与刚体的形状、大小、质量的分布以及\_\_\_\_\_都有关系。

答案：转轴的位置

正确率：70%

6. 长为  $l$  的匀质细棒质量为  $m$ ，可绕其端点的水平轴在竖直平面内自由转动。若细棒开始时处于水平位置，然后让其由静止开始自由下摆，则细棒转到竖直位置时的角速度为\_\_\_\_\_。

答案： $\sqrt{3g/l}$ 。根据机械能守恒定律既可以得到。

正确率：65%

7. 假设一弹簧振子作简谐振动，其总能量为  $E_1$ ，如果简谐振动振幅增加到原来的两倍，重物的质量增加到原来的四倍，则它的总能量变为\_\_\_\_\_

答案： $4E_1$

解：原来弹簧振子的总能量  $E_1 = \frac{1}{2}kA_1^2 = \frac{1}{2}m_1\omega_1^2 A_1^2$ ，如果振幅增加为  $A_2 = 2A_1$ ，质量增加

为  $m_2 = 4m_1$ ， $k$  不变，角频率变为  $\omega_2 = \sqrt{\frac{k}{m_2}} = \sqrt{\frac{k}{4m_1}} = \frac{1}{2}\omega_1$ ，所以总能量

$$E_2 = \frac{1}{2}m_2\omega_2^2 A_2^2 = 4E_1$$

正确率：70%

8. 传播速度为  $100 \text{ m/s}$ 、频率为  $50 \text{ Hz}$  的平面简谐波，在波线上相距为  $0.5 \text{ m}$  的两点之间的相位差是\_\_\_\_\_。

$$\text{解：}\Delta\varphi = \omega \frac{\Delta x}{u} = 2\pi \times 50 \times \frac{0.5}{100} = 0.5\pi$$

正确率：83%

9. 平面简谐波沿  $x$  轴负方向传播，其波函数为  $y = A \cos 2\pi \left( \frac{t}{T} + \frac{x}{\lambda} \right)$  在坐标原点处发生反射，反射点为固定端。则反射波的函数为\_\_\_\_\_。

解：反射波与入射波传播方向相反，因此  $x$  前的符号相反；反射端固定不动，产生半波损失，两波在反射端即坐标原点的相位差为  $\pi$ 。

$$y = A \cos 2\pi \left( \frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} + \pi \right)$$

正确率：39%

10. 轮船在水上以相对于水的速度  $\vec{v}_1$  航行，水流速度为  $\vec{v}_2$ ，一人相对于甲板以速度  $\vec{v}_3$  行走。若人相对于岸的速度是水相对于人的速度的 2 倍，则  $\vec{v}_1$ 、 $\vec{v}_2$  和  $\vec{v}_3$  的关系是\_\_\_\_\_。

答案:  $3\vec{V}_1 + \vec{V}_2 + 3\vec{V}_3 = 0$ , 因为按题意,  $\vec{V}_1 + \vec{V}_2 + \vec{V}_3 = -2(\vec{V}_1 + \vec{V}_3) \Rightarrow 3\vec{V}_1 + \vec{V}_2 + 3\vec{V}_3 = 0$

正确率: 49%

三、计算题: 本题 12 分。请在答题纸上按题序作答, 并标明题号。

一质点沿  $x$  轴运动, 运动方程为  $x = 3t^2 - t^3$  (SI)。求: (1) 质点位置何时到达最大的正  $x$  值?

(2) 在最初的 4 s 内质点所经过的总路程和位移大小? (3) 在  $t = 2.0$  s 到  $t = 4.0$  s 的时间内, 质点的平均速度为多大?

解:

(1) 4 分

当质点位置达到最大时, 有  $\frac{dx}{dt} = \frac{d}{dt}(3t^2 - t^3) = 6t - 3t^2 = 0 \rightarrow t = 2$ , 即当  $t = 2$  s 时, 质点位置

到达最大的正值.

(2) 4 分

2s 末时的位移:  $x_1 = (3t^2 - t^3)_{t=2} = 3(2)^2 - 2^3 = 4.0(m)$

4s 末时的位移:  $x_2 = (3t^2 - t^3)_{t=4} = 3(4)^2 - 4^3 = -16(m)$

2s 末质点改变运动方向, 所以最初 4s 内经过的路程为:  $S = 2|x_1| + |x_2| = 24(m)$

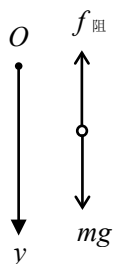
(3) 4 分

$t = 2$  s,  $x_1 = 4$  m;  $t = 4$  s,  $x_2 = -16$  m, 平均速度  $\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{-16 - 4}{2} = -10(m/s)$

得分率: 84%

四、计算题: 本题 12 分。请在答题纸上按题序作答, 并标明题号。

一个质量为  $m$  的雨滴有静止开始下落, 假设该雨滴作直线运动, 下落过程中受到的空气阻力与其下落速率成正比, 比例系数为  $k$ , 方向与运动速度方向相反。以开始时为计时零点, 以地面为参考系, 开始时雨点所处位置为坐标原点, 竖直向下为正方向。试求: (1) 雨点下落速率为  $v$  时, 其加速度; (2) 雨点的运动方程; (3) 假设雨点下落距离足够大, 则雨点落地时速率趋于多少?



参考解答:

(1) 5 分

视下落雨滴为一质点, 它在空中受到的作用力有竖直向下的重力  $mg$  和竖直向上的空气阻力  $f_{阻}$ , 如图所示。则空气阻力为:

$$f_{阻} = -kv$$

根据牛顿第二定律有：

$$mg - kv = ma = m \frac{dv}{dt}$$

则有：

$$dt = \frac{mdv}{-kv + mg}$$

两边分别进行积分：

$$\int_0^t dt = \int_{v_0}^v \frac{m}{mg - kv} dv$$

由于初始时刻速度  $v_0=0$ ，可得：

$$v = \frac{mg}{k} \left( 1 - e^{-\frac{k}{m}t} \right)$$

(2) 5 分

根据速度定义有：  $v = \frac{dy}{dt}$ ，结合下落速度与时间关系可得：

$$\int_{y_0}^y dy = \int_0^t \frac{mg}{k} \left( 1 - e^{-\frac{k}{m}t} \right) dt$$

由初始条件  $y_0=0$  可得雨点的运动方程：

$$y = \frac{mg}{k} \left( \frac{m}{k} e^{-\frac{k}{m}t} + t - \frac{m}{k} \right)$$

(3) 2 分

当下落距离足够长，即时间趋于无穷大，则下落的最终速度趋于：

$$v_{\text{终}} = \frac{mg}{k}$$

得分率：59%

**五、计算题：** 本题 12 分。请在答题纸上按题序作答，并标明题号。

在一竖直轻弹簧下端悬挂质量  $m = 5\text{g}$  的小球，弹簧伸长  $\Delta l = 1\text{cm}$  而平衡。经推动后，该小球在竖直方向作振幅为  $A = 4\text{cm}$  的振动，求：(1) 小球的振动周期；(2) 若选择平衡位置为势能零点，振动的总能量；(3) 小球运动的最大速度。

解：(1) 4 分

$$k\Delta l = mg, \text{ 得 } k = mg / \Delta l = 5\text{N} / \text{m}$$

$$\text{所以周期 } T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} = 0.199\text{s}$$

(2) 4 分

振幅为  $A=4\text{cm}$ ，振动的总能量为  $E = \frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}(mg / \Delta l)A^2 = 0.004J$

(3) 4 分

小球运动的最大速度

$$\text{由 } E = \frac{1}{2}mv_m^2, \text{ 得 } v_m = \sqrt{\frac{2E}{m}} = \sqrt{\frac{2 \times 0.004}{0.005}} = 1.26\text{m/s}$$

得分率：73%

六、计算题：本题 12 分。请在答题纸上按题序作答，并标明题号。

绳索上的波以波速  $v=25\text{ m/s}$  传播，若绳的两端固定，相距  $2\text{ m}$ ，在绳上形成驻波，且除端点外其间有 3 个波节。设驻波振幅为  $0.1\text{ m}$ ， $t=0$  时绳上各点均经过平衡位置。试写出：

(1) 驻波的表示式；

(2) 形成该驻波的两列反向进行的行波表示式。

解：

设绳索的一端为坐标原点，沿着绳索指向另一端为  $x$  轴的正方向。

(1) 8 分

根据驻波的定义，相邻两波节(腹)间距： $\Delta x = \frac{\lambda}{2}$ ，

绳的两端固定，那么两个端点上都是波节，根据题意除端点外其间还有 3 个波节，可见两端点之间有四个半波长的距离，

$$\Delta x = 4 \times \frac{\lambda}{2} = 2, \text{ 故 } \lambda = 1\text{ m},$$

$$\text{又 } v = \frac{25\text{m}}{\text{s}}, \text{ 故 } \omega = \frac{2\pi u}{\lambda} = 50\pi\text{ Hz},$$

又已知驻波振幅为  $0.1\text{ m}$ ， $t=0$  时绳上各点均经过平衡位置，故初相位为  $\pm \frac{\pi}{2}$ ，

时间部分的余弦函数应为： $\cos\left(50\pi t \pm \frac{\pi}{2}\right)$ ，

因为坐标原点 ( $x=0$ ) 是波节，空间部分的余弦函数应为： $\cos\left(2\pi x \pm \frac{\pi}{2}\right)$

驻波方程为： $0.1 \cos\left(2\pi x \pm \frac{\pi}{2}\right) \cos\left(50\pi t \pm \frac{\pi}{2}\right)$

(2) 4 分

由合成波的形式为： $y = y_1 + y_2$

该驻波的两列波的波动方程为：

$$y_1 = 0.05 \cos(50\pi t - 2\pi x) \quad y_2 = 0.05 \cos(50\pi t + 2\pi x \pm \pi)$$

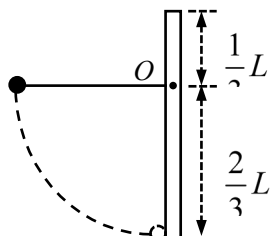
或者

$$y_1 = 0.05 \cos(50\pi t - 2\pi x \pm \pi) \quad y_2 = 0.05 \cos(50\pi t + 2\pi x)$$

得分率：38%

七、计算题：本题 12 分。请在答题纸上按题序作答，并标明题号。

长为  $L$  的均质细杆，可绕过  $O$  点的转轴转动， $O$  点位于细杆的  $\frac{1}{3}$  处，紧挨  $O$  点悬挂一单摆，轻质摆线的长度为  $\frac{2}{3}L$ ，摆球的质量为  $m$ 。初始时刻，细杆自由下垂，单摆从水平位置由静止开始自由下摆，如图所示。摆球与细杆做完全弹性碰撞。碰撞后，单摆正好停止。若不计轴承的摩擦，试求：（1）细杆的转动惯量；（2）细杆的质量；（3）碰撞后，细杆的最大摆角。



参考解答：

（1）4 分

设细杆的转动惯量为  $J$ 。

单摆从水平位置下摆到最低位置满足机械能守恒：

$$mg \frac{2}{3}L = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow v = \frac{2\sqrt{3gL}}{3}$$

摆球与细杆发生完全弹性碰撞，即满足机械能守恒和角动量守恒：

$$\begin{cases} \frac{2}{3}mvL = J\omega \\ \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}J\omega^2 \end{cases}$$

可得细杆的转动惯量：

$$J = \frac{4}{9}mL^2$$

（2）4 分

设细杆的质量为  $M$ ，则过质心，且与杆垂直转轴的细杆转动惯量为  $\frac{1}{12}ML^2$ 。

根据平行轴定理则有过  $O$  点时，细杆的转动惯量为：

$$J = \frac{1}{12}ML^2 + M\left(\frac{1}{2} - \frac{1}{3}\right)^2 L^2 = \frac{1}{9}ML^2$$

所以，细杆的质量为：

$$M = 4m$$

或者

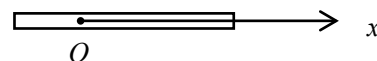
以  $O$  点为原点，沿细棒方向为  $x$  轴正方向，建立坐标系如图所示。

则细棒的转动惯量为：

$$J = \int_{-\frac{1}{3}L}^{\frac{2}{3}L} \frac{M}{L} x^2 dx = \frac{1}{9}ML^2$$

所以，细杆的质量为：

$$M = 4m$$





(3) 4 分

从单摆下摆到细杆摆到最大摆角处，整个过程机械能守恒。设细杆的质心变化的高度为  $h$ ，则有：

$$\frac{2}{3}mgL = 4mgh \Rightarrow h = \frac{1}{6}L$$

而  $O$  点到质心的距离为  $\frac{1}{6}L$ ，所以最大摆角为：

$$\theta = 90^\circ$$

得分率：52%