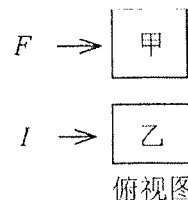


注：试题含答题纸共 6 页，满分 100 分

一、选择题（将正确答案的字母填写在答题纸的相应位置，每小题 3 分，共 30 分）

1. 质量相等的两个物体甲和乙，并排静止在光滑水平面上（如图所示）。现用一水平恒力 \vec{F} 作用在物体甲上，同时给物体乙一个与 \vec{F} 同方向的瞬时冲量 \vec{I} ，使两物体沿同一方向运动，则两物体再次达到并排的位置时所经过的时间为：



- (A) I/F . (B) $2I/F$.
(C) $2F/I$. (D) F/I .
[]

2. 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) $\omega = \frac{mR^2}{J} \left(\frac{v}{R} \right)$, 顺时针. (B) $\omega = \frac{mR^2}{J} \left(\frac{v}{R} \right)$, 逆时针.
(C) $\omega = \frac{mR^2}{J + mR^2} \left(\frac{v}{R} \right)$, 顺时针. (D) $\omega = \frac{mR^2}{J + mR^2} \left(\frac{v}{R} \right)$, 逆时针.
[]

3. 质量为 m 的质点在外力作用下，其运动方程为： $\vec{r} = A \cos \omega t \vec{i} + B \sin \omega t \vec{j}$
式中 A 、 B 、 ω 都是正的常量。由此可知外力在 $t=0$ 到 $t=\pi/(2\omega)$ 这段时间内所作的功为：

- (A) $\frac{1}{2} m \omega^2 (A^2 + B^2)$. (B) $m \omega^2 (A^2 + B^2)$.
(C) $\frac{1}{2} m \omega^2 (A^2 - B^2)$. (D) $\frac{1}{2} m \omega^2 (B^2 - A^2)$.
[]

4. 当一平面简谐机械波在弹性媒质中传播时，下述各结论哪个是正确的？

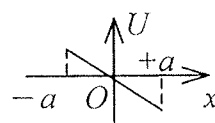
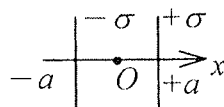
- (A) 媒质质元的振动动能增大时，其弹性势能减小，总机械能守恒。
(B) 媒质质元的振动动能和弹性势能都作周期性变化，但二者的相位不相同。
(C) 媒质质元的振动动能和弹性势能的相位在任一时刻都相同，但二者的数值不相等。
(D) 媒质质元在其平衡位置处弹性势能最大。

[]

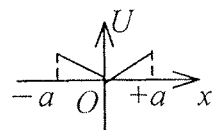
5. 一火箭初质量为 M_0 ，每秒喷出的质量 $(-dM/dt)$ 恒定，喷气相对火箭的速率恒定为 u 。设火箭竖直向上发射，不计空气阻力，重力加速度 \vec{g} 恒定，则 $t=0$ 时火箭加速度 \vec{a} 在竖直方向（向上为正）的投影式为：

- (A) $a = \frac{u}{M_0} \left(-\frac{dM}{dt} \right) - g$. (B) $a = \frac{u}{M_0} \left(\frac{dM}{dt} \right) + g$.
(C) $a = \frac{u}{M_0} \left(-\frac{dM}{dt} \right)$. (D) $a = \frac{u}{M_0} \left(\frac{dM}{dt} \right) - g$.
[]

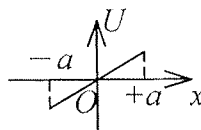
6. 电荷面密度为 $+\sigma$ 和 $-\sigma$ 的两块“无限大”均匀带电的平行平板，放在与平面相垂直的 x 轴上的 $+a$ 和 $-a$ 位置上，如图所示。设坐标原点 O 处电势为零，则在 $-a < x < +a$ 区域的电势分布曲线为：



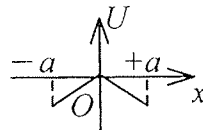
(A)



(B)

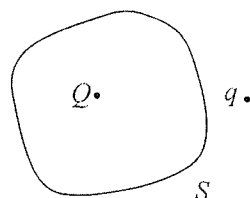


(C)



(D)

7. 点电荷 Q 被曲面 S 所包围，从无穷远处引入另一点电荷 q 至曲面外一点，如图所示，则引入前后：



- (A) 曲面 S 的电场强度通量不变，曲面上各点场强不变。
- (B) 曲面 S 的电场强度通量变化，曲面上各点场强不变。
- (C) 曲面 S 的电场强度通量变化，曲面上各点场强变化。
- (D) 曲面 S 的电场强度通量不变，曲面上各点场强变化。

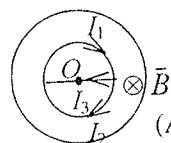
[]

8. 有两个线圈，线圈1对线圈2的互感系数为 M_{21} ，而线圈2对线圈1的互感系数为 M_{12} 。若它们分别流过 i_1 和 i_2 的变化电流，且 $\left|\frac{di_1}{dt}\right| > \left|\frac{di_2}{dt}\right|$ ，并设由 i_2 变化在线圈1中产生的互感电动势为 \mathcal{E}_{12} ，由 i_1 变化在线圈2中产生的互感电动势为 \mathcal{E}_{21} ，判断下述哪个论断正确。

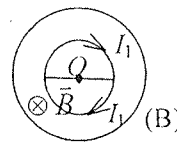
- (A) $M_{12} = M_{21}$, $\mathcal{E}_{21} = \mathcal{E}_{12}$.
- (B) $M_{12} \neq M_{21}$, $\mathcal{E}_{21} \neq \mathcal{E}_{12}$.
- (C) $M_{12} = M_{21}$, $\mathcal{E}_{21} > \mathcal{E}_{12}$.
- (D) $M_{12} = M_{21}$, $\mathcal{E}_{21} < \mathcal{E}_{12}$.

[]

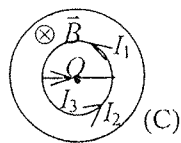
9. 用导线围成如图所示的回路(以 O 点为心的圆，加一直径)，放在轴线通过 O 点垂直于图面的圆柱形均匀磁场中，如磁场方向垂直图面向里，其大小随时间减小，则感应电流的流向为：



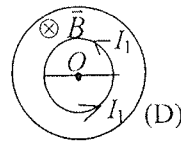
(A)



(B)



(C)

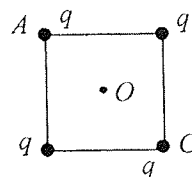


(D)

[]

10. 如图，边长为 a 的正方形的四个角上固定有四个电荷均为 q 的点电荷。此正方形以角速度 ω 绕 AC 轴旋转时，在中心 O 点产生的磁感强度大小为 B_1 ；此正方形以同样角速度 ω 绕过 O 点垂直于正方形平面的轴旋转时，在 O 点产生的磁感强度的大小为 B_2 ，则 B_1 与 B_2 间的关系为：

- (A) $B_1 = B_2$.
- (B) $B_1 = 2B_2$.
- (C) $B_1 = \frac{1}{2} B_2$.
- (D) $B_1 = B_2 / 4$.



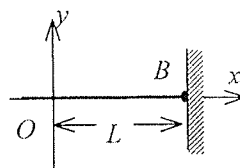
[]

二、 填空题（将正确答案填写在答题纸的相应位置，每小题 3 分，共 30 分）

1. 下列物理量：质量、动量、冲量、动能、势能、功中与参考系的选取有关的物理量是_____。（不考虑相对论效应）。

2. 一质点在平面上作曲线运动，其速率 v 与路程 S 的关系为： $v = 1 + S^2$ (SI)，则切向加速度以路程 S 来表示的表达式为 $a_t =$ _____ (SI)。

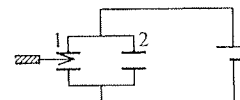
3. 设沿弦线传播的一入射波的表达式为： $y_1 = A \cos[2\pi(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}) + \phi]$ ，波在 $x = L$ 处 (B 点) 发生反射，反射点为固定端 (如图)。设波在传播和反射过程中振幅不变，则反射波的表达式为 $y_2 =$ _____。



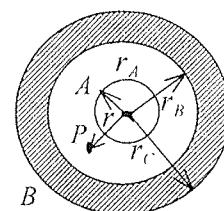
4. 一质点作简谐振动，其振动方程为 $x = 0.24 \cos(\frac{1}{2}\pi t + \frac{1}{3}\pi)$ (SI)，由初始状态 ($t = 0$ 的状态) 运动到 $x = -0.12$ m, $v < 0$ 的状态所需最短时间 Δt 为_____。

5. 质量为 m 、横截面半径为 R 的实心匀质圆柱体，在水平面上做无滑动的滚动，如果圆柱体的中心轴线方向不变，且其质心以速度 v 作水平匀速运动，则圆柱体的动量的大小为_____，动能等于_____，对中心轴线的角动量大小为_____。

6. 两个空气电容器 1 和 2，并联后接在电压恒定的直流电源上，如图所示。今有一块各向同性均匀电介质板缓慢地插入电容器 1 中，则电容器组的总电荷将_____，电容器组储存的电能将_____。（填增大，减小或不变）

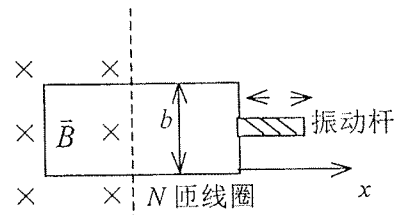


7. 带有电荷 q 、半径为 r_A 的金属球 A ，与一原先不带电、内外半径分别为 r_B 和 r_C 的金属球壳 B 同心放置如图。则图中 P 点的电场强度 $\vec{E} =$ _____。如果用导线将 A 、 B 连接起来，则 A 球的电势 $U =$ _____。（设无穷远处电势为零）

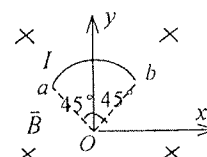


8. 空气平行板电容器的两极板面积均为 S ，两板相距很近，电荷在平板上的分布可以认为是均匀的。设两极板分别带有电荷 $\pm Q$ ，则两板间相互吸引力为_____。

9. 磁换能器常用来检测微小的振动。如图，在振动杆的一端固接一个 N 匝的矩形线圈，线圈的一部分在匀强磁场 \vec{B} 中，设杆的微小振动规律为 $x = A \cos \omega t$ ，线圈随杆振动时，线圈中的感应电动势为_____。



10. 如图，一根通有电流强度为 I 的载流导线被弯成半径为 R 的 $1/4$ 圆弧，放在磁感强度为 B 的均匀磁场中，则载流导线 ab 所受的磁场作用力的大小为_____，方向_____。



三、 计算题（每小题 10 分，共 40 分）

1. 一个转盘绕通过盘心的固定竖直轴旋转，将一半径为 R 、质量为 m 的均匀圆盘轻放到转盘上，其圆心通过转盘的竖直转轴。此后圆盘将受转盘的摩擦力作用而随转盘转动。设圆盘和转盘之间的滑动摩擦系数为 μ ，且转盘始终以原来的角速度 ω 匀速转动。求

(1) 圆盘刚放到转盘上时所受的摩擦力矩；

(2) 从圆盘放到转盘上开始到圆盘达到角速度 ω 需要多长时间。（圆盘的转动惯量 $J = \frac{1}{2}mR^2$ ）

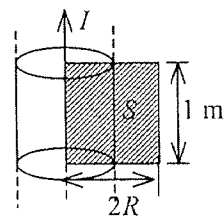
2. 一物体质量为 0.25 kg ，在弹性力作用下作简谐振动，弹簧的劲度系数 $k = 25 \text{ N} \cdot \text{m}^{-1}$ ，如果起始振动时具有势能 0.06 J 和动能 0.02 J ，求

(1) 振幅；

(2) 动能恰等于势能时的位移；

(3) 经过平衡位置时物体的速度。

3. 一无限长圆柱形铜导体(磁导率 μ_0), 半径为 R , 通有均匀分布的电流 I . 今取一矩形平面 S (长为 1 m , 宽为 $2R$), 位置如右图中画斜线部分所示, 求通过该矩形平面的磁通量.



4. 真空中, 半径为 R 的两块圆板, 构成平行板电容器. 今给该电容器充电, 使电容器的两极板间电场的变化率为 $\frac{dE}{dt}$. 忽略边缘效应, 求:

- (1) 电容器两极板间的位移电流;
- (2) 电容器内与两板中心连线的距离为 r 处的磁感应强度的大小.

一、 选择题（每题 3 分，共 30 分）

1. (B) 2. (A) 3. (C) 4. (D) 5. (A) 6. (C) 7. (D) 8. (C) 9. (B) 10. (C)

二、 填空题（每题 3 分，共 30 分，注：单位错误总共扣 1 分，数量级错误扣 1 分）

1. 动量、动能、功 3 分（多写全扣，少写每缺一个扣 1 分）
2. $2S^3 + 2S$ 3 分
3. $A \cos[2\pi(\frac{t}{T} + \frac{x}{\lambda}) + (\phi + \pi - 2\pi\frac{2L}{\lambda})]$ 或 $A \cos[2\pi(\frac{t}{T} + \frac{x}{\lambda}) + (\phi - \pi - 2\pi\frac{2L}{\lambda})]$ 3 分
4. 0.667 s 或 (2/3)s 3 分
5. mv 1 分
- $3mv^2/4$ 1 分
- $\frac{1}{2}mRv$ 1 分
6. 增大 1 分
- 增大 2 分
7. $q\vec{r}/(4\pi\epsilon_0 r^3)$ 或 $q\vec{r}^0/(4\pi\epsilon_0 r^2)$ 2 分（无矢量符号扣 1 分）
- $q/(4\pi\epsilon_0 r_c)$ 1 分
8. $Q^2/(2\epsilon_0 S)$ 3 分
9. $\varepsilon = NbB dx/dt = NbB\omega A \cos(\omega t + \pi/2)$ 或 $\varepsilon = NBbA\omega \sin \omega t$ 3 分
10. $\sqrt{2}BIR$ 2 分
- 沿 y 轴正向 1 分

三、 计算题（每小题 10 分，共 40 分）

1. 解：在 r 处的宽度为 dr 的环带面积上摩擦力矩为

$$dM = \mu \frac{mg}{\pi R^2} \cdot 2\pi r \cdot r dr \quad 3 \text{ 分}$$

总摩擦力矩 $M = \int_0^R dM = \frac{2}{3} \mu mg R \quad 2 \text{ 分}$

圆盘在此力矩作用下作匀加速转动，角加速度为

$$\beta = \frac{M}{J} = \frac{\frac{2}{3} \mu mg R}{\frac{1}{2} m R^2} = \frac{4 \mu g}{3 R} \quad 3 \text{ 分}$$

从圆盘放到转盘上开始到圆盘达到角速度 ω 所需时间为：

$$t = \frac{\omega}{\beta} = \frac{3 R \omega}{4 \mu g} \quad 2 \text{ 分}$$

2. 解：(1)

$$E = E_K + E_p = \frac{1}{2} k A^2$$

$$A = [2(E_K + E_p) / k]^{1/2} = 0.08 \text{ m} \quad 4 \text{ 分}$$

(2) $\frac{1}{2} k x^2 = \frac{1}{2} m v^2$

$$m \omega^2 x^2 = m \omega^2 A^2 \sin^2(\omega t + \phi)$$

$$x^2 = A^2 \sin^2(\omega t + \phi) = A^2 [1 - \cos^2(\omega t + \phi)] = A^2 - x^2$$

$$2x^2 = A^2, \quad x = \pm A / \sqrt{2} = \pm 0.0566 \text{ m} \quad 3 \text{ 分(缺负值扣 1 分)}$$

或直接用 $\frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} k x^2 = \frac{1}{4} k A^2$ 求解

(3) 过平衡点时， $x = 0$ ，此时动能等于总能量

$$E = E_K + E_p = \frac{1}{2} m v^2$$

$$v = [2(E_K + E_p) / m]^{1/2} = \pm 0.8 \text{ m/s} \quad 3 \text{ 分(缺负值扣 1 分)}$$

3. 解：在圆柱体内部与导体中心轴线相距为 r 处的磁感强度的大小，由安培环路定

律可得：
$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi R^2} r \quad (r \leq R) \quad 2 \text{ 分}$$

因而，穿过导体内画斜线部分平面的磁通 Φ_1 为

$$\Phi_1 = \int \vec{B} \cdot d\vec{S} = \int B dS = \int_0^R \frac{\mu_0 I}{2\pi R^2} r dr = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \quad 2 \text{ 分}$$

在圆形导体外，与导体中心轴线相距 r 处的磁感强度大小为

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \quad (r > R) \quad 2 \text{ 分}$$

因而，穿过导体外画斜线部分平面的磁通 Φ_2 为

$$\Phi_2 = \int \vec{B} \cdot d\vec{S} = \int_R^{2R} \frac{\mu_0 I}{2\pi r} dr = \frac{\mu_0 I}{2\pi} \ln 2 \quad 2 \text{ 分}$$

穿过整个矩形平面的磁通量 $\Phi = \Phi_1 + \Phi_2 = \frac{\mu_0 I}{4\pi} + \frac{\mu_0 I}{2\pi} \ln 2 \quad 2 \text{ 分}$

4. 解：(1) 位移电流 $I_d = \frac{d\Phi_D}{dt} = \pi R^2 \epsilon_0 \cdot \frac{dE}{dt} \quad 5 \text{ 分}$

(2) 根据全电流定律： $\oint_L \vec{H} \cdot d\vec{l} = I_d$ ，有

$$2\pi r H = \pi r^2 \epsilon_0 \cdot \frac{dE}{dt}$$

$$H = \frac{1}{2} r \epsilon_0 \cdot \frac{dE}{dt}, \quad 3 \text{ 分}$$

可得 $B_r = \frac{1}{2} r \mu_0 \epsilon_0 \frac{dE}{dt} \quad 2 \text{ 分}$

