

大学物理 II 期末 试题

题号	填空	13	14	15	16	17	18	19	实验	总分
得分										
阅卷人										

注意行为规范 遵守考场纪律

得分	签字

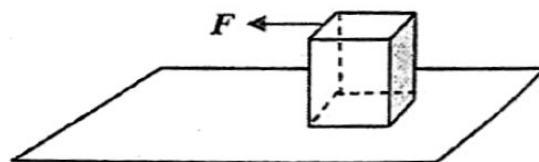
一、填空题 (共 40 分)

1. (本题 3 分)

质点在几个力作用下沿曲线 $x=t$ (SI), $y=t^2$ (SI) 运动, 其中一力为 $\vec{F}=5t\vec{i}$ (SI), 则该力在 $t=1\text{s}$ 到 $t=2\text{s}$ 时间内做功为_____。

2. (本题 3 分)

质量为 20kg 、边长为 1.0m 的均匀立方体物体, 放在水平地面上。有一拉力 F 作用在该物体一顶边的中点, 且与包含该顶边的物体侧面垂直, 如图所示。地面极粗糙, 物体不可能滑动, 若要使该立方体旋转 90° , 则拉力 F 不能小于_____。



3. (本题 4 分)

一吊车底板上放一质量为 10 kg 的物体, 若吊车底板加速上行, 加速度大小为 $a=3+5t$ (SI), 则 2 秒内吊车底板给物体的冲量大小为_____; 2 秒内物体动量的增量大小 $\Delta p =$ _____。

4. (本题 3 分)

一轻绳绕在有水平轴的定滑轮上, 绳下端挂一物体。物体所受重力为 P , 滑轮的角加速度为 α 。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 α 将_____。(填变大、变小、不变)

5. (本题3分)

真空中，有 A、B 两导体大平板，面积均为 S ，平行放置，A 板带电荷 $+Q_1$ ，B 板带电荷 $+Q_2$ ，如果使 B 板接地，则 A、B 间电场强度的大小 $E = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

6. (本题3分)

一平面简谐波，沿 x 轴负方向传播，圆频率为 ω ，波速为 u ，设 $t = T/4$ 时刻的波形如图所示，则该波的表达式为 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

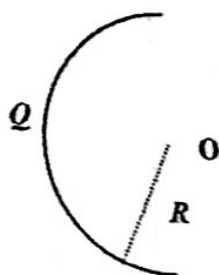


7. (本题4分)

一物体作简谐振动，其振动方程为 $x = 0.04\cos(5\pi t/3 - \pi/2)$ (SI)，(1) 此谐振动的周期 $T = \underline{\hspace{2cm}}$ ；(2) 当 $t = 0.6\text{s}$ 时，物体的速度 $v = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

8. (本题4分)

真空中有一半径为 R 的半圆细环，均匀带电 Q ，如图所示。设无穷远处为电势零点，则圆心 O 处的电势 $U_0 = \underline{\hspace{2cm}}$ ，若将一带电量为 q 的点电荷从无穷远处移到圆心 O 点，则电场力做的功 $A = \underline{\hspace{2cm}}$ 。



9. (本题3分)

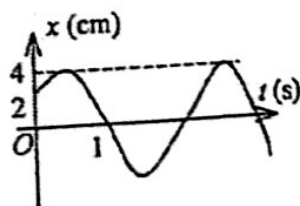
一平行板电容器的两极板都是半径为 R 的圆形导体片，在充电时，板间电场强度的变化率为 dE/dt ，若略去边缘效应，则两板间的位移电流为 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

10. (本题3分)

在截面积为 S 的圆管中，有一列平面简谐波在传播，其波的表达式为： $y = A\cos[\omega t - 2\pi(x/\lambda)]$ ，管中波的平均能量密度是 w ，则通过截面积 S 的平均能流是 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

11. (本题3分)

一简谐振动曲线如图所示，则振动周期是 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。



12. (本题4分)

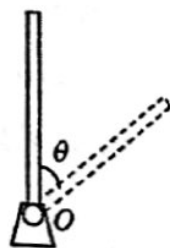
真空中一半径为 R 的均匀带电球面，总电量为 Q ($Q > 0$)。今在球面上挖去非常小块的面积 Δs (连同电荷) 且假设不影响原来的电荷分布，则挖去 Δs 后球心处电场强度的大小 $E = \underline{\hspace{2cm}}$ ，其方向为 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

二、计算题 (共 50 分)

得分	签字

13. (本题 7 分)

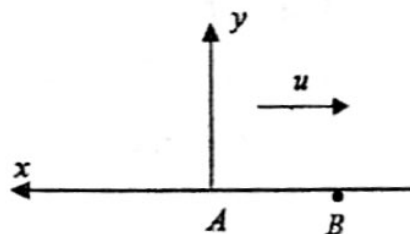
一长为 l , 质量为 m 的均质细杆竖直放置, 下端与一固定的光滑水平轴 O 连接, 杆可绕该轴自由转动, 如图所示。若杆受一微小扰动, 从静止开始转动, 试求当杆转到与竖直方向成 θ 角时的角速度和角加速度。



14. (本题 8 分)

得分	签字

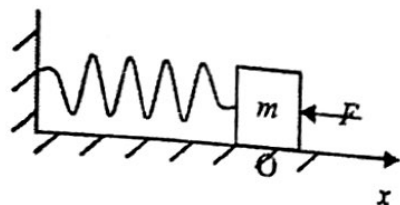
一列平面简谐波自左向右传播, 途经 A 点时, A 点的振动方程为: $y = 0.03 \cos(4\pi t - \pi)$ (SI), 沿波传播方向上另一点 B , B 点距 A 点 9 米, 若波速为 $20 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, 当坐标 x 向左为正方向, 以 A 点为坐标原点时其波动方程为何? B 点的振动方程为何?



15. (本题 7 分)

得分	签字

如图, 由一水平弹簧振子, 弹簧的倔强系数为 $k=24\text{N/m}$, 重物的质量 $m=6\text{kg}$, 重物静止在平衡位置上。设以一水平恒力 $F=10\text{N}$ 向左作用于物体(不计摩擦), 由平衡位置向左运动了 0.05m , 此时撤去力 F 。当重物运动到左方最远位置时开始计时, 求物体的运动方程。

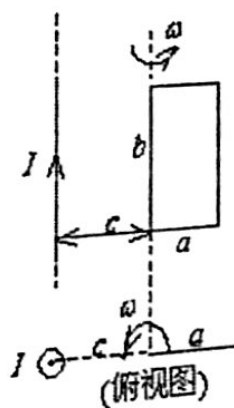


16. (本题 10 分)

得分	签字

一边长为 a 及 b 的矩形导线框, 它的边长为 b 的边与一载有电流为 I 的长直导线平行, 其中一条边与长直导线相距为 c , $c > a$, 如图所示。今线框以此

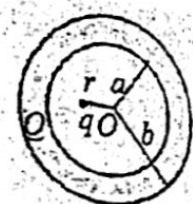
边为轴以角速度 ω 匀速旋转, 求框中的感应电动势 ε 。



17. (本题 8 分)

得分	签字

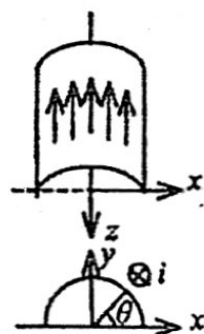
如图所示, 以内半径为 a , 外半径为 b 的金属球壳, 带有电量 Q , 在球壳空腔内距球心 r 处有一点电荷 q . 设无限远处为电势零点, 试求: (1) 球壳内外表面上的电荷; (2) 球心 O 点处, 由球壳内表面上电荷产生的电势; (3) 球心 O 点处的总电势。



18. (本题 10 分)

得分	签字

在一无限长的半圆筒形的金属薄片中, 沿轴向流有电流, 在垂直电流方向单位长度的电流为 $i = k \sin \theta$, 其中 k 为常量, θ 如图所示。求半圆轴线上的磁感应强度。



三、证明题 (共 5 分)

得分	签字

19. (本题 5 分)

真空中一简谐平面电磁波的电场强度振幅 $E_m = 1.2 \times 10^{-2} \text{ V/m}$. 根据此振幅可求得电磁波的强度为 $1.9 \times 10^{-7} \text{ W/m}^2$. 请证明之。

$$(\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ F/m}, \mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ H/m})$$

授课教师

姓名

学号

班号

院系

四、演示实验题 (共5分)

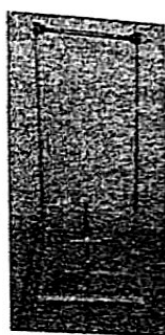
题号	1	2	3	4	签字
得分					

说明：在下列4道题中任选1道，并在所选的题号上打√。

1. 实验者左手握住如图所示仪器的立柱，右手用一个适当力矩转动其中的一个转臂实现其转动。在转动过程中，可通过改变立柱中间螺栓的位置来调节转动臂和竖直方向之间的夹角。请问：螺栓相对位置发生变化时（向上运动或向下运动），转动臂的角速度如何变化？并
请利用物理原理解释这一现象。



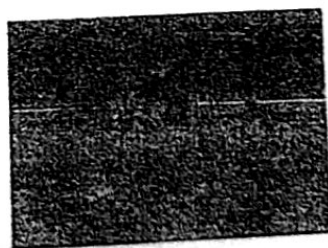
2. 麦克斯韦转轮实验（又称滚摆实验）实验者通过调节摆绳，使两根摆线平行且使摆轴水平。转动摆轴，将摆线绕在摆轴上，滚摆升高，当滚摆升高到适当高度后释放，可以看到滚摆将不断下落，但滚摆下落至最低处时，滚摆将再次上升，然后下落，并将重复多次。请利用物理原理解释这一实验现象。



3. 如图所示，将一环形弹片固定在波源上，打开波源的电源并适当增大电压使弹片发生振动，调节波源频率，在某些特定频率下，可以观察到，弹片上某些区域振动始终加强，某些区域振动始终减弱。请利用物理原理解释这一实验现象，并定性说明，弹片上波节点的个数与哪些参量有关。



4. 如图所示，将两圆形平板平行相向放置，分别连接上高压电源的正、负高压输出端，接通电源，两平板之间的金属球将做什么样的运动？请利用物理原理解释这一实验现象。



2016 年春季学期大物 2 参考答案

一、填空题

- 1、7.5 J 3 分
- 2、98 N 3 分
- 3、356 N·s; 160 N·s 或 $160 \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ 各 2 分
- 4、变大 3 分
- 5、 $E = \frac{Q_1}{\epsilon_0 S}$ 3 分
- 6、 $y = A \cos[\omega(t + x/u) + \pi]$ 3 分
- 7、1.2 s, -20.9 cm/s 或 $-\frac{\pi}{15} \text{ m/s}$ 各 2 分
- 8、 $U_o = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R}$; $A = -\frac{Qq}{4\pi\epsilon_0 R}$ 各 2 分
- 9、 $I_d = \epsilon_0 \pi R^2 \frac{dE}{dt}$ 3 分
- 10、 $\frac{\omega\lambda}{2\pi} S_w$ 3 分
- 11、2.40 s 3 分
- 12、 $\frac{Q\Delta s}{16\pi^2 \epsilon_0 R^4}$, 由球心指向 Δs 各 2 分

二、计算题

13、(本题 7 分)

解：根据刚体定轴转动定理可得

$$mg \frac{l}{2} \sin \theta = J \alpha$$

所以角加速度为

$$\alpha = \frac{mg \frac{l}{2} \sin \theta}{J} = \frac{mg \frac{l}{2} \sin \theta}{\frac{1}{3} ml^2} = \frac{3g \sin \theta}{2l} \quad \begin{matrix} 1 \text{ 分} \\ 2 \text{ 分} \end{matrix}$$

又由于

$$\alpha = \frac{d\omega}{dt} = \frac{d\omega}{d\theta} \frac{d\theta}{dt} = \omega \frac{d\omega}{d\theta} = \frac{3g \sin \theta}{2l} \quad 2 \text{ 分}$$

分离变量积分得

$$\int_0^\omega \omega d\omega = \int_0^\theta \frac{3g \sin \theta}{2l} d\theta \quad 1 \text{ 分}$$

可的角速度

$$\omega = \sqrt{\frac{3g(1 - \cos \theta)}{l}} \quad 1 \text{ 分}$$

或

根据能量守恒求角速度

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{3} ml^2 \omega^2 = mg \frac{l}{2} (1 - \cos \theta) \quad 3 \text{ 分}$$

可得

$$\omega = \sqrt{\frac{3g(1 - \cos \theta)}{l}} \quad 1 \text{ 分}$$

14、(本题 8 分)

解：由图知，此波是逆行波，

1 分

若取 A 点为坐标原点

且 A 点的振动方程为：

$$y = 0.03 \cos(4\pi t - \pi)$$

则波动方程为：

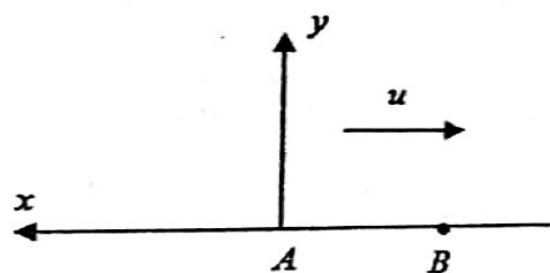
$$y(t, x) = 0.03 \cos[4\pi(t + \frac{x}{u}) - \pi] = 0.03 \cos[4\pi(t + \frac{x}{20}) - \pi] = 0.03 \cos(4\pi t + \frac{\pi x}{5} - \pi) \quad 4 \text{ 分}$$

$\because AB = 9\text{m}$, 即 $x = -9\text{m}$

1 分

代入波动方程中，得 B 点的振动方程

$$y_B = 0.03 \cos(4\pi t + \frac{-9\pi}{5} - \pi) = 0.03 \cos(4\pi t - \frac{14\pi}{5}) \quad 2 \text{ 分}$$



15. (本题 7 分)

解: 设物体的运动方程为: $x = A \cos(\omega t + \varphi)$,

恒外力所做的功即为弹簧振子的能量: $F \times 0.05 = 0.5 \text{ J}$.

当物体运动到左方最远位置时, 弹簧的最大弹性势能为 0.5 J , 即:

$$\frac{1}{2} k A^2 = 0.5 \text{ J}, \quad \therefore A = 0.204 \text{ m}$$

A 即振幅。

$$\omega^2 = k/m = 4 (\text{rad/s})^2$$

$$\omega = 2 \text{ rad/s}$$

按题目所述时刻计时, 初相为 $\varphi = \pi$ 。

\therefore 物体运动方程为 $x = 0.204 \cos(2t + \pi) \text{ (SI)}$

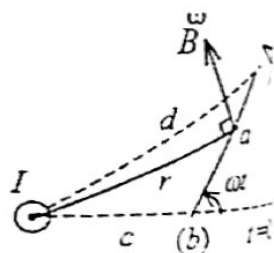
16. (本题 10 分)

解: 长直载流导线的磁感强度为:

$$B = \mu_0 I / (2\pi r)$$

如图所示, 设 $t=0$ 时线圈与长直导线共面, 且活动的 b 边与长直导线相距最远, 则在时刻 t , 该边与长直导线的距离为:

$$d = \sqrt{a^2 + c^2 + 2ac \cos \omega t} \quad 3 \text{ 分}$$



线圈中的磁通量:

$$\begin{aligned} \Phi &= \int_c^d \frac{\mu_0 I}{2\pi r} b \, dr = \frac{\mu_0 I b}{2\pi} \ln \frac{d}{c} \\ &= \frac{\mu_0 I b}{2\pi} \ln \frac{\sqrt{a^2 + c^2 + 2ac \cos \omega t}}{c} \end{aligned} \quad 2 \text{ 分}$$

$$\varepsilon = - \frac{d\Phi}{dt} = \frac{\mu_0 I b}{2\pi} \frac{ac \omega \sin \omega t}{a^2 + c^2 + ac \cos \omega t} \quad 3 \text{ 分}$$

17. (本题 8 分)

解: (1) 由静电感应, 金属球壳的内表面上有感生电荷 $-q$, 外表面上带电荷 $q+Q$. 2分

(2) 不论球壳内表面上的感生电荷是如何分布的, 因为任一电荷元离 O 点的距离都是 a , 所以由这些电荷在 O 点产生的电势为

$$U_{-q} = \frac{\int dq}{4\pi\epsilon_0 a} = \frac{-q}{4\pi\epsilon_0 a} \quad 2分$$

(3) 球心 O 点处的总电势为分布在球壳内外表面上的电荷和点电荷 q 在 O 点产生的电势的代数和 $U_O = U_q + U_{-q} + U_{Q+q}$ 2分

$$= \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r} - \frac{q}{4\pi\epsilon_0 a} + \frac{Q+q}{4\pi\epsilon_0 b} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{a} + \frac{1}{b} \right) + \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 b} \quad 2分$$

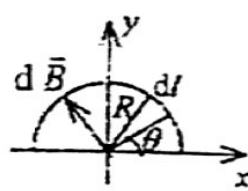
18. (本题 10 分)

解: 设轴线上任意点的磁感强度为 B , 半圆筒半径为 R . 先将半圆筒面分成许多平行轴线的宽度为 dl 的无限长直导线, 其中流过的电流为

$$dI = i dl = k \sin \theta \cdot dl = k \sin \theta R d\theta \quad 2分$$

它在轴线上产生的磁感强度为

$$dB = \frac{\mu_0 dI}{2\pi R}, \quad \text{方向如图.} \quad 2分$$



由对称性可知: dB 在 z 轴向的分量为 0, 在 y 轴的分量叠加中相互抵消, 只需考虑 dB 在 x 轴的分量 dB_x .

$$dB_x = dB \sin \theta = \frac{\mu_0 dI}{2\pi R} \sin \theta = \frac{\mu_0 k \sin^2 \theta}{2\pi} d\theta \quad 3分$$

积分:

$$\begin{aligned} B &= \int dB_x = \int_0^\pi \frac{\mu_0 k \sin^2 \theta}{2\pi} d\theta \\ &= \frac{\mu_0 k}{2\pi} \int_0^\pi \frac{1 - \cos 2\theta}{2} d\theta = \frac{\mu_0 k}{2\pi} \left[\frac{\theta}{2} - \frac{\sin 2\theta}{4} \right]_0^\pi \\ &= \mu_0 k / 4 \end{aligned} \quad 2分$$

\vec{B} 的方向沿 x 轴负方向. 1分

19、(本题5分) 证明:

电磁波的强度 $S=E_0H_0/2$,

又因为 $\sqrt{\epsilon_0}E_0 = \sqrt{\mu_0}H_0$

$$\therefore S = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\epsilon_0}{\mu_0}} E_0^2 = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{8.85 \times 10^{-12}}{4\pi \times 10^{-7}}} \times (1.20 \times 10^{-2})^2 = 1.9 \times 10^{-7} \text{ W/m}^2$$

四、演示实验题 (共5分)

参考答案:

1. 螺栓相对位置向上运动时, 转动臂的角速度变小;
螺栓相对位置向下运动时, 转动臂的角速度变大。
根据刚体定轴转动角动量守恒。
2. 机械能守恒, 动能、势能之间相互转化。
3. 观察到弹片上某些区域振动始终加强, 某些区域振动始终减弱的现象是
弹片上形成了驻波。
弹片上波节点的个数与环形弹片的周长有关。
4. 接通电源后, 两平板之间的金属球在两板间振动。
原因: 金属球受电场力的作用。

