

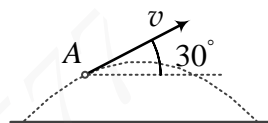
2017-2018 学年第二学期

大学物理 (C) 期末考试试卷 (A 卷)

学院_____学号_____姓名_____成绩_____

一、填空题(每空 3 分共 45 分)

1、一物体作如图所示的斜抛运动, 测得在轨道 A 点处速度的大小为 v , 其方向与水平方向的夹角成 30° . 则物体在 A 点的切向加速度 $a_t =$ _____, 轨道的曲率半径 $\rho =$ _____。



2、(理工类做, 医科类不做) 质量分别为 m_1 和 m_2 的两物体, 具有大小相等的动量, 欲使他们停下来, 则外力对它们所做的功之比为_____; 若它们具有相等的动能欲使他们停下来, 则外力对它们的冲量大小之比为_____。

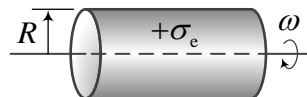
2、(理工类不做, 医科类做) 在一个截面面积很大竖直放置的非密闭圆形水箱中, 在水箱侧面距水面 1.00 m 处有一小孔, 水从该小孔流出的速率是_____。(重力加速度取 $9.80 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$, 保留 3 位有效数字)。

3、一弹簧振子沿着 x 方向作简谐振动, 每秒来回振动 2 次, 振幅为 0.1 m, $t = 0$ 时位于坐标原点且向 x 轴正方向运动, 则其运动方程是_____, 通过原点时的加速度为_____。

4、若一个质点同时参与 x 方向的两个简谐振动, 它们的运动方程分别为 $x_1 = \cos 2\pi t$ (SI) 和 $x_2 = \cos(2\pi t + \pi/3)$ (SI), 则该质点合振动的振幅是_____, 频率是_____。

5、边长为 a 的立方体的体心处有一带电量为 q 的点电荷, 该点电荷产生的电场对立方体一个侧面的电场强度的通量为_____。

6、半径为 R 的无限长直圆筒上均匀带电, 面电荷密度为 $+\sigma_e$, 圆筒以匀角速度 ω 绕轴转动, 则圆筒内磁感应强度 B 的大小为_____。



7、在杨氏双缝干涉实验中, 若保持入射光的波长不变, 欲使屏上的干涉条纹的间距变小, 可采用的两种方法分别是: _____, _____。

8、某单色光垂直入射到一个每毫米有 800 条刻线的光栅上, 光栅常数为_____; 如果第一级谱线的衍射角为 30° , 则入射光的波长应为_____。

9、(理工类做, 医科类不做) 光具有波粒二象性, 已知一束光波的波长为 296 nm, 则其

对应的单粒子的动量为_____ (普朗克常数 $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$)。

9、(理工类不做, 医科类做) 原子核的放射性衰变有三种类型, 即 α 衰变、 β 衰变和 γ 衰变, 不论是哪一种衰变, 衰变过程中都遵守_____守恒、_____守恒和电荷数守恒。

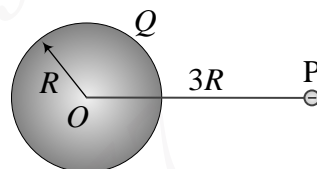
二、(本大题 10 分, 每小题 5 分) 一质量为 m 的质点在 O - xy 平面内运动, 其位置矢量随时间的函数关系为 $\mathbf{r} = a \cos \omega t \mathbf{i} + b \sin \omega t \mathbf{j}$ (SI), 式中 a 、 b 、 ω 均是正值常量, 且 $a > b$, 试求:

- (1) 质点在 A 点 $(a, 0)$ 和 B 点 $(0, b)$ 的动能;
- (2) 当质点从 A 点运动到 B 点的过程中所受合力 \mathbf{F} 的分力 \mathbf{F}_x 和 \mathbf{F}_y 分别作的功。

三、(本大题 15 分, 每小题 5 分) 如图所示, 半径为 R 的均匀带电球面, 带电量为 Q , 在离球心距离为 $3R$ 的 P 点有一带电量为 $-Q/3$ 的点电荷

(点电荷对带电球面电荷分布的影响可忽略不计), 求:

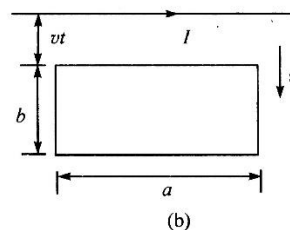
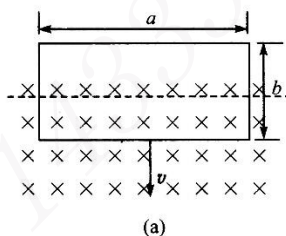
- (1) 球心 O 点的电场强度;
- (2) 点电荷对带电球面的作用力;
- (3) 球心 O 点的电势 (以无穷远处的电势为零)



四、(本大题 10 分, 每小题 5 分) 电阻为 R 的矩形线圈以恒定速度 v 进入匀强磁场 B 中, 磁场方向垂直于线圈平面, 如图 (a) 所示。

(1) 求线圈中的感应电动势和线圈所受的磁力;

(2) 如果矩形线圈以恒定速度 v 离开载有恒定电流 I 的长直导线, 假设长直导线与线圈平面共面, 如图 (b) 所示, 求矩形线圈中的感应电动势。



五、(本大题 10 分) 在折射率 $n_0 = 1.65$ 的玻璃表面镀了一层厚度 $d = 400 \text{ nm}$ 、折射率 $n = 1.48$ 的透明薄膜, 若用白光垂直照射, 问反射光中那些波长的可见光满足干涉加强条件?

六、(本大题 10 分) 两偏振片 P_1 、 P_2 叠在一起, 其偏振化方向夹角为 45° 。由强度相同的自然光和线偏振光混合而成的光束垂直入射在偏振片上, 其中入射光中线偏振光的光矢量的振动方向与第一个偏振片 P_1 的偏振化方向间的夹角为 30° , 若忽略偏振片对可透射分量的反射和吸收, 求穿过每个偏振片后的光强与入射光强之比。

2017-2018 学年第二学期

大学物理 (C) 期末考试试卷 (A 卷) 参考答案:

第一题: (每空 3 分, 共 15 空, 45 分)

1、 $-g/2$, $2\sqrt{3}v^2/3g$

2、(理工) $m_2:m_1$, $\sqrt{m_1}:\sqrt{m_2}$ 2、(医学) $4.43\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$

3、 $x=0.1\cos(4\pi t-\pi/2)$ 或 $x=0.1\cos(4\pi t+3\pi/2)$; 0

4、 $\sqrt{3}$ m; 1 Hz

5、 $\frac{q}{6\varepsilon_0}$

6、 $\mu_0\sigma\omega R$

7、增大屏与双缝间的距离 D , 缩小双缝间距 d 。

8、1250nm ; 625nm

9、(理工) $2.24\times 10^{-27}\text{kg}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 9、(医学) 能量守恒, 动量守恒

第二大题 (本题 10 分)

解: (1) 由题意可知, 物体的速度为

$$\boldsymbol{v} = \frac{d\boldsymbol{r}}{dt} = -a\omega \sin \omega t \boldsymbol{i} + b\omega \cos \omega t \boldsymbol{j} \quad 1 \text{ 分}$$

在 A 点 $(a, 0)$ 处, $\cos \omega t = 1$, $\sin \omega t = 0$, 所以速度和动能分别为

$$\boldsymbol{v}_A = b\omega \boldsymbol{j} \quad , \quad E_A = \frac{1}{2}mv_A^2 = \frac{1}{2}mb^2\omega^2 \quad 2 \text{ 分}$$

同理, 在 B 点 $(0, b)$, $\cos \omega t = 0$, $\sin \omega t = 1$, 所以速度和动能分别为

$$\boldsymbol{v}_B = -a\omega \boldsymbol{i} \quad , \quad E_B = \frac{1}{2}mv_B^2 = \frac{1}{2}ma^2\omega^2 \quad 2 \text{ 分}$$

(2) 由牛顿运动定律可知, 质点受到的合外力为

$$\boldsymbol{F} = m \frac{d\boldsymbol{v}}{dt} = -ma\omega^2 \cos \omega t \boldsymbol{i} - mb\omega^2 \sin \omega t \boldsymbol{j} = -m\omega^2 x \boldsymbol{i} - m\omega^2 y \boldsymbol{j} \quad 1 \text{ 分}$$

它在 x 、 y 轴上的两个分力分别为

$$F_x = -m\omega^2 x, \quad F_y = -m\omega^2 y$$

所以在 $A(a, 0) \rightarrow B(0, b)$ 过程中, 两分力做的功分别为

$$A_x = \int_a^0 F_x dx = -\int_a^0 m\omega^2 x dx = \frac{1}{2} ma^2 \omega^2 \quad 2 \text{ 分}$$

$$A_y = \int_0^b F_y dy = -\int_0^b m\omega^2 y dy = -\frac{1}{2} mb^2 \omega^2 \quad 2 \text{ 分}$$

第三大题 (本题 15 分)

解: (1) 由高斯定理或对称性分析可得带电球面在球心 O 点的电场强度为

$$E_1 = 0 \quad 1 \text{ 分}$$

点电荷在 O 点的电场强度大小为:
$$E_2 = \frac{Q/3}{4\pi\epsilon_0(3R)^2} = \frac{Q}{108\pi\epsilon_0 R^2} \quad 2 \text{ 分}$$

方向为由 O 点指向 P 点。由场强叠加原理, 球心 O 点的电场强度大小为

$$E = \frac{Q}{108\pi\epsilon_0 R^2} \quad 2 \text{ 分}$$

方向为由 O 点指向 P 点

(2) 根据高斯定理, 带电球面在 P 点的电场强度大小为

$$E = \frac{Q}{36\pi\epsilon_0 R^2} \quad 2 \text{ 分}$$

P 点处点电荷所受的电场力大小为:
$$F = qE = \frac{Q^2}{108\pi\epsilon_0 R^2} \quad 2 \text{ 分}$$

方向为由 P 点指向 O 点。由牛顿第三定律, 带电球面所受点电荷的电场力大小为

$$F = qE = \frac{Q^2}{108\pi\epsilon_0 R^2} \quad 1 \text{ 分}$$

方向为由 O 点指向 P 点。

(3) 均匀带电球面在球心处的电势为:
$$V_1 = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R} \quad 2 \text{ 分}$$

点电荷在球心处产生的电势为:
$$V_2 = \frac{-Q/3}{4\pi\epsilon_0 \cdot 3R} = -\frac{Q}{36\pi\epsilon_0 R} \quad 1 \text{ 分}$$

所以球心处的总电势为:
$$V = V_1 + V_2 = \frac{2Q}{9\pi\epsilon_0 R} \quad 1+1 \text{ 分}$$

第四大题: (本题 10 分)

解: (1) 依动生电动势 $\varepsilon = \int (\mathbf{v} \times \mathbf{B}) \cdot d\mathbf{l}$, 得: $\varepsilon = Bav$ 2 分

方向为逆时针。电流所受外磁场的安培力的大小为

$$F = Iab = \frac{B^2 a^2 v}{R} \quad 3 \text{ 分}$$

方向向上。

(2) 长直载流导线的磁场为: $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$ 1 分

当线圈的一边到导线的距离为 $x = vt$ 时, 通过矩形回路的磁通量为

$$\Phi_B = \iint_S \mathbf{B} \cdot d\mathbf{S} = \int_x^{x+b} \frac{\mu_0 I}{2\pi r} a dr = \frac{\mu_0 Ia}{2\pi} \ln \frac{x+b}{x} \quad 2 \text{ 分}$$

所以 $\varepsilon = \frac{d\Phi_B}{dt} = \frac{\mu_0 Ia}{2\pi} \left(\frac{1}{x+b} - \frac{1}{x} \right) \frac{dx}{dt} = \frac{\mu_0 Iab}{2\pi t(vt+b)}$ 1+1 分

第五大题: (本题 10 分)

解: 由分析可知, 在反射光的干涉中, 因半波损失引起的附加光程差: $\delta' = 0$ 2 分

所以反射光干涉中的总光程差为: $\delta = 2nd + \delta' = 2nd$ 2 分

反射光干涉极大的条件为: $\delta = 2nd = k\lambda$ 2 分

所以: $\lambda = \frac{2nd}{k} = \frac{2 \times 1.48 \times 400}{k} \text{ nm} = \frac{1184}{k} \text{ nm}$ 2 分

因可见光的波长范围为 400nm~760nm, 所以满足干涉加强条件的波长为

$$\lambda = \frac{2 \times 1.48 \times 400}{k} \bigg|_{k=2} = 592 \text{ nm} \quad 2 \text{ 分}$$

第六大题: (本题 10 分)

解: 设入射光中自然光强度为 I_0 , 则总光强: $I_{\text{总}} = 2I_0$ 2 分

穿过 P_1 后光强的光强为: $I_1 = 0.5I_0 + I_0 \cos^2 30^\circ = 5I_0/4$ 2 分

由此得: $I_1/I_{\text{总}} = 5/8 = 0.625$ 2 分

穿过 P_2 之后的光强为: $I_2 = I_1 \cos^2 45^\circ = I_1/2$ 2 分

所以: $I_2/I_{\text{总}} = 5/16 = 0.313$ 2 分