

# 武汉大学 2019—2020 学年三学期

## 《大学物理》D1 重修考试 (B 卷)

学号\_\_\_\_\_ 姓名\_\_\_\_\_ 专业\_\_\_\_\_ 分数\_\_\_\_\_.

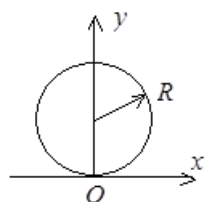
### 一、选择题 (每题 3 分, 共 24 分)

1. 一作直线运动物体的加速度为  $a = -kv^2t$ , 其中  $k$  为大于零的常量。若其初速度为  $v_0$ , 则  $t$  时刻的速度  $v$  为 [ ]。

- A.  $v = \frac{1}{2}kt^2 + v_0$       B.  $\frac{1}{v} = \frac{kt^2}{2} + \frac{1}{v_0}$   
C.  $v = -\frac{1}{2}kt^2 + v_0$       D.  $\frac{1}{v} = -\frac{kt^2}{2} + \frac{1}{v_0}$

2. 力  $\vec{F} = F_0(x\vec{i} + y\vec{j})$  作用于在  $xy$  平面内作圆周运动质的点上。在  $\vec{F}$  作用下质点从坐标位置  $(R, R)$  运动到位置  $(0, 2R)$  的过程中, 力  $\vec{F}$  所做的功为 [ ]

- A. 0      B.  $F_0R^2$       C.  $2F_0R^2$       D.  $3F_0R^2$

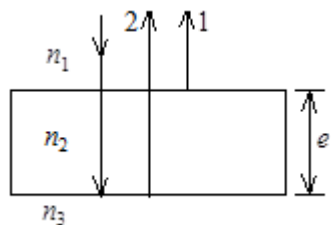


3. 如图所示, 在一竖直悬挂的弹簧下系一质量为  $m$  的物体。然后将此弹簧截断为两个等长的弹簧并联后悬挂质量为  $4m$  的物体, 则这二个系统的周期值之比为 [ ]

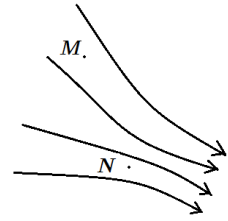
- A. 1:1      B. 1:2      C. 1:4      D. 2:1

4. 单色平行光垂直照射在薄膜上, 经上下两表面反射的两束光发生干涉, 如图所示。若薄膜的厚度为  $e$ , 且  $n_1 > n_2 > n_3$ ,  $\lambda_1$  为入射光在  $n_1$  中的波长, 则两束反射光在相遇点的相位差为 [ ]

- (A)  $4\pi n_2 e / (n_1 \lambda_1)$     (B)  $4\pi n_1 e / (n_2 \lambda_1) + \pi$     (C)  $4\pi n_2 e / (n_1 \lambda_1) + \pi$     (D)  $4\pi n_2 e / (n_1 \lambda_1) + \pi$



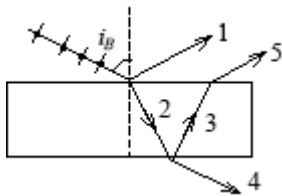
5. 如题所示的静电场中有 M、N 两点, 其场强分别为  $\vec{E}_M$  与  $\vec{E}_N$ , 电势分别为  $V_M$  与  $V_N$ , 由图可知 [ ]



- (A)  $E_M > E_N, V_M > V_N$  (B)  $E_M > E_N, V_M < V_N$   
 (C)  $E_M < E_N, V_M > V_N$  (D)  $E_M < E_N, V_M < V_N$

6. 如图所示，一束自然光自空气射向一块平板玻璃，设入射角等于布儒斯特角  $i_B$ ，则出射光 4 [ ]

- (A) 是自然光  
 (B) 是线偏振光且光矢量的振动方向垂直于入射面  
 (C) 是线偏振光且光矢量的振动方向平行于入射面  
 (D) 是部分偏振光

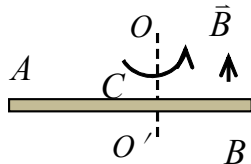


7. 一个波长为  $18.0\text{pm}$  的光子被一个静止的电子散射，散射角为  $120^\circ$ ，则散射后光子的波长为 [ ]

- (A)  $19.2\text{pm}$  (B)  $20.4\text{pm}$  (C)  $21.6\text{pm}$  (D)  $22.9\text{pm}$  (E)  $24.1\text{pm}$

8. 如图所示，导体棒  $AB$  在均匀磁场  $\vec{B}$  中绕通过  $C$  点的与棒垂直、与磁场平行的轴  $OO'$  转动（角速度  $\vec{\omega}$  与  $\vec{B}$  同方向）， $BC$  的长度为棒长的  $\frac{1}{3}$ ，则 [ ]

- (A)  $A$  点比  $B$  点电势高 (B)  $A$  点与  $B$  点电势相等  
 (C)  $A$  点比  $B$  点电势低 (D) 有恒定电流从  $A$  点流向  $B$  点

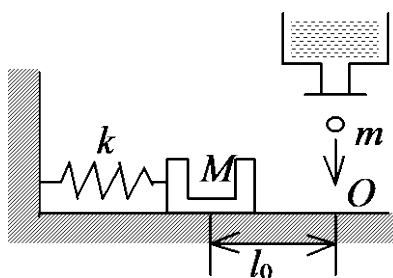


## 二、填空题（每空 2 分,共 26 分）

1. 一物体质量为  $10\text{ kg}$ ，受到方向不变的力  $F = 10 + 20t$  (SI)作用，在开始的 1 秒内，此力冲量的大小等于\_\_\_\_\_。若物体的初速度大小为  $8\text{ m/s}$ ，方向与力  $\vec{F}$  的方向相同，则在 1s 末物体速度的大小等于\_\_\_\_\_。

2. 如图所示，劲度系数为  $k$  的弹簧，一端固定在墙上，另一端连接一质量为  $M$  的容器，容器可在光滑的水平面上运动，当弹簧未变形时，容器位于  $O$  点处。今使容器自  $O$  点左边  $l_0$

处从静止开始运动，每经过  $O$  点一次，就从上方滴管中滴入一质量为  $m$  的油滴，则第一滴油滴落入  $M$  容器的瞬间，容器的速率为\_\_\_\_\_；当容器中滴入了  $n$  滴油滴后， $M$  容器可以偏离  $O$  点的最大距离为\_\_\_\_\_。

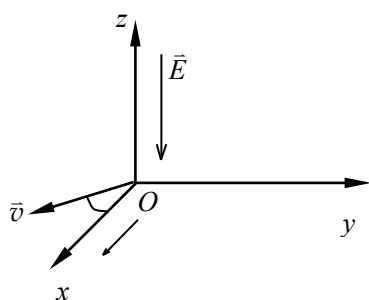


3. 一平面简谐波的周期为  $2.0\text{s}$ ，在波的传播路径上有相距为  $20.0\text{cm}$  的两点，其中一点的位相比另一点位相落后  $\pi/3$ 。已知该波的波长  $\lambda > 0.5\text{m}$ ，则  $\lambda = \underline{\hspace{2cm}}$ ；该波波速为\_\_\_\_\_。

4. 在棱镜 ( $n_1 = 1.52$ ) 表面镀一层增透膜 ( $n_2 = 1.30$ )。如使此膜适用于氦氖激光器发出的波长为  $\lambda = 632.8\text{nm}$  的激光，则其厚度最小应为 \_\_\_\_\_。

5. 一带电量为  $q$  的电荷以速率  $v$  作匀速率圆周运动，圆轨道的半径为  $R$ ，则该电荷作匀速率圆周运动时，其等效电流强度为\_\_\_\_\_。

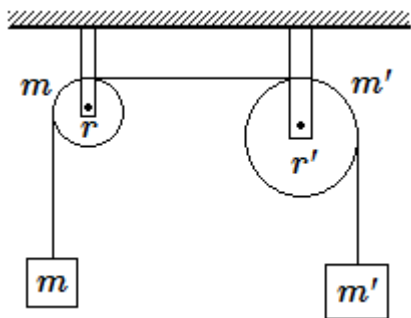
6. 如图所示，均匀磁场  $\vec{B}$  沿  $x$  轴正方向，均匀电场  $\vec{E}$  沿  $z$  轴负方向，今有一带电量为  $+q$  的带电粒子在  $xOy$  平面沿着与  $x$  轴正方向成  $30^\circ$  角的方向以恒定速度  $\vec{v}$  运动，该带电粒子所受的洛伦兹力的大小为\_\_\_\_\_，方向为\_\_\_\_\_。电场  $\vec{E}$  和磁场  $\vec{B}$  在数值上应满足的关系是\_\_\_\_\_。



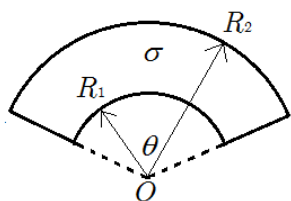
7. 随着黑体温度的升高，黑体的辐出度\_\_\_\_\_；若单色辐出度的峰值波长减为原来的一半，则辐出度为原来的\_\_\_\_\_倍。

### 三、计算题 (每题 10 分,共 50 分)

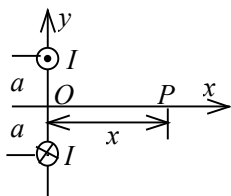
1. 两个定滑轮，一个质量  $m$ 、半径为  $r$ ，另一个质量  $m' = 3m$ 、半径  $r'$ 。它们对各自的水平光滑转轴的转动惯量分别为  $J = mr^2/2$  与  $J' = m'r'^2/2$ ，两个转轴固定在同一水平横梁上，且使得两个滑轮的上边线在同一水平线上。一根不可伸长的轻绳横跨过这两个定滑轮后，其两端分别挂着质量为  $m$  和  $m'$  的物体。当系统由静止开始转动时，求两物体的加速度和两滑轮之间绳中的张力。



2. 在一个内、外半径分别为  $R_1$  和  $R_2$  的圆环上，截得一个圆心角为  $\theta$  的扇形面，如图所示。该扇形面上均匀地分布着正电荷，面电荷密度为  $\sigma$ 。若选无穷远点为电势的零点，试求圆心  $O$  点的电势。



3. 如图所示为两条穿过  $y$  轴且垂直于  $x-y$  平面的平行长直导线的正视图，两条导线皆通有电流  $I$ ，但方向相反，它们到  $x$  轴的距离皆为  $a$ 。(1) 推导出  $x$  轴上  $P$  点处的磁感强度  $\vec{B}(x)$  的表达式；(2) 求  $P$  点在  $x$  轴上何处时，该点的  $B$  取得最大值。



4. 一波长为  $\lambda = 0.8\text{m}$ 、周期为  $T = 0.5\text{s}$ 、振幅为  $A = 0.2\text{m}$  的平面简谐横波沿  $x$  轴正方向传播，在  $t = 0$  时， $x = 0.2\text{m}$  处的质点恰好位于波谷处，求：

- (1) 该波传播的速度；
- (2) 写出波动方程；
- (3) 距离原点  $O$  为  $3\lambda/4$  处质点的振动方程；
- (4) 与原点  $O$  相距  $x_1 = 0.3\text{m}$  和  $x_2 = 0.6\text{m}$  二质点的相位差。

5. 一衍射光栅，每厘米 200 条透光缝，每条透光缝宽为  $a = 2 \times 10^{-3}\text{cm}$ ，在光栅后放一焦距  $f = 1\text{m}$  的凸透镜，现以  $\lambda = 600\text{nm}$  的单色平行光垂直照射光栅，求：(1) 透光缝  $a$  的单缝衍射中央明条纹宽度为多少？(2) 在该宽度内，有几个光栅衍射主极大？

# 武汉大学 2019—2020 学年三学期

## 《大学物理》D1 重修考试

### B 卷答案

#### 一、选择题（每题 3 分，共 24 分）

1. B    2. B    3. A    4. A    5. C    6. D    7. C    8. A

#### 二、填空题（每空 2 分,共 26 分）

1.  $20\text{N}\cdot\text{s}$  ,  $10\text{ m/s}$       2.  $\frac{l_0\sqrt{Mk}}{M+m}$  ,  $l_0\sqrt{\frac{M}{M+nm}}$

3  $1.2\text{m}$      $0.6\text{m/s}$     4.  $121.7\text{nm}$

5.  $\frac{qv}{2\pi R}$     6.  $\frac{qvB}{2}$  , 沿  $z$  轴正方向,     $E = \frac{vB}{2}$

7. (4 分) 增加      16

#### 三、计算题（每题 10 分,共 50 分）

1. 对  $m$  ( $m'$ ) 物体, 受重力  $mg$  ( $m'g$ ) 和轻绳的拉力  $T$  ( $T'$ ) 作用下, 具有加速度  $a$  ( $a'$ ), 其动力学方程分别为

$$T - mg = ma \quad \text{和} \quad m'g - T' = m'a' \quad 2 \text{ 分 (各 1 分)}$$

设两滑轮之间轻绳的张力为  $F_T$ , 则对  $m$  和  $m'$  滑轮, 分别具有如下的动力学方程

$$(F_T - T)r = \frac{1}{2}mr^2\alpha \quad \text{和} \quad (T' - F_T)r' = \frac{1}{2}m'(r')^2\alpha' \quad 2 \text{ 分 (各 1 分)}$$

其中, 两物体的加速度  $a$  与  $a'$  具有如下关系

$$a = a' \quad 1 \text{ 分}$$

滑轮的角加速度  $\alpha$  及  $\alpha'$  与物体的加速度  $a$  具有如下关系

$$\alpha = \frac{a}{r} \quad \text{和} \quad \alpha' = \frac{a}{r'} \quad 2 \text{ 分 (各 1 分)}$$

由此可以求得

$$a = a' = \frac{1}{3}g \quad 2 \text{ 分}$$

以及

$$F_T = \frac{3}{2}mg \quad 1 \text{ 分}$$

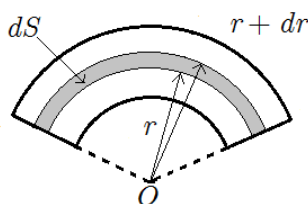
2. 如图所示, 在扇形上取一面元, 面积为  $dS = \theta r dr$

该扇形面元  $dS$  所带电量为  $dq = \sigma dS = \sigma \theta r dr$       2 分

则  $dq$  在圆心  $O$  点产生的电势为  $dV = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{dq}{r} = \frac{\sigma\theta}{4\pi\epsilon_0} dr$       4 分

由此可以求得整个扇形面上所带的电荷在圆心  $O$  点产生的电势

$$V = \int dV = \int_{R_1}^{R_2} \frac{\sigma\theta}{4\pi\epsilon_0} dr = \frac{\sigma\theta(R_2 - R_1)}{4\pi\epsilon_0} \quad 4 \text{ 分}$$



3. (1) 两根无限长电流直线在  $P$  点产生的磁感强度大小均为:

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi(x^2 + a^2)^{1/2}} \quad 3 \text{ 分}$$

其在  $x$  方向分量同向加强;  $y$  方向反向相消。则有

$$B(x) = \frac{\mu_0 I a}{\pi(x^2 + a^2)} \quad 3 \text{ 分}$$

方向沿  $x$  轴正向。

2 分

(2)  $P$  位于坐标原点  $(0, 0)$  磁感强度达到最大值。

2 分

4. (1) 根据  $v = \lambda f$  可得:  $v = \frac{\lambda}{T} = \frac{0.8}{0.5} = 1.6 \text{ m/s}$  2 分

(2) 由题意  $\omega = \frac{2\pi}{T} = 4\pi \text{ rad/s}$ , 设波函数

$$y = y(t, x) = 0.2 \cos[4\pi(t - \frac{x - 0.2}{1.6}) + \varphi_0] \quad 1 \text{ 分}$$

由题意  $\varphi_0 = \pi$  2 分

则有

$$y(t, x) = 0.2 \cos(4\pi t - 2.5\pi x - \frac{\pi}{2}) \quad 1 \text{ 分}$$

(3) 将  $x = \frac{3\lambda}{4}$  代入波动方程可得:  $y = 0.2 \cos 4\pi t \text{ (m)}$  2 分

(4) 由  $\Delta\varphi = \frac{2\pi}{\lambda} \Delta x$  得:  $\Delta\varphi = \frac{3\pi}{4}$  2 分

□

5. (1) 单缝衍射 1 级暗纹中心对应的衍射角  $\phi$  满足  $a \sin \phi = \pm \lambda$  2 分

两中心在屏幕上坐标为  $x = f \tan \phi$  1 分

由于  $\lambda \ll a$ , 有  $\tan \phi \approx \sin \phi$

∴ 中央明纹宽度为  $\Delta x = \frac{2f\lambda}{a} = 6 \text{ cm}$  2 分

(2) 由题意, 光栅常数为  $d = 1 \text{ cm} / 200 = 5 \times 10^{-5} \text{ m}$  1 分

根据光栅方程  $d \sin \phi = k' \lambda$ , 得

$$|k'| = \frac{d}{\lambda} |\sin \phi| \leq \frac{d}{\lambda} \cdot \frac{\lambda}{a} = 2.5 \quad 2 \text{ 分}$$

共有  $k' = 0, \pm 1, \pm 2$  等 5 个主极大。 2 分