

# 华中科技大学试题卷

## 华中科技大学集成学院大学物理（二）2017-2018（A）卷

考试学期： 试卷类型：A 适用年级：  
 考试时间：150 分钟 考试方式：闭卷  
 所属院系： 专业班级： 姓名：  
 学号：

说明：

题目	一	二	三						总分
分值	30 分	30 分	40 分						100 分

得分	评卷人	复核

### 一、单选题（本题共 10 小题，满分 30 分）

1. 利用两个完全相同的音叉进行下述实验：

实验一、仅敲击一个音叉；实验二、如右图所示，在其中一个音叉上附加金属套环，对图（1）和图（2）两种情形，分别同时敲击两个音叉观察拍现象。图（1）的拍频记为  $\nu_1$ ，图（2）的拍频记为  $\nu_2$ 。对以上两项实验结果，下面的表述中正确的是：

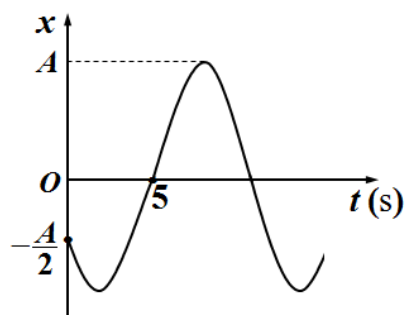


(1)

(2)

(3 分)

- A. 实验一中另一个音叉不振动，实验二中  $\nu_1 > \nu_2$
- B. 实验一中另一个音叉不振动，实验二中  $\nu_1 < \nu_2$
- C. 实验一中另一个音叉发生振动，实验二中  $\nu_1 > \nu_2$
- D. 实验一中另一个音叉发生振动，实验二中  $\nu_1 < \nu_2$
2. 一个谐振动的振动曲线如图所示，此振动的周期为：



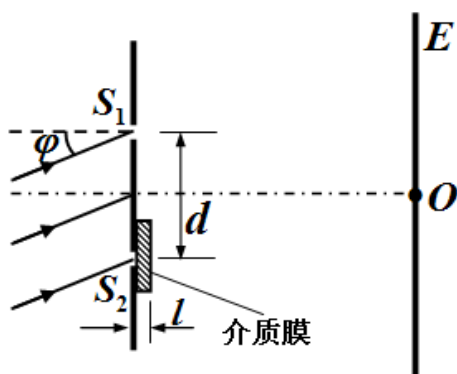
(3 分)

- A. 12s
- B. 10s
- C. 30s
- D. 11s

3. 一列机械波在弹性介质中传播，在介质中某个质元由平衡位置运动到最大位移处的过程中，该质元的 (3 分)

- A. 势能逐渐转变为动能，总机械能守恒。
- B. 动能逐渐转变为势能，总机械能守恒。
- C. 动能逐渐减小，总机械能不守恒。
- D. 势能逐渐增大，总机械能不守恒。

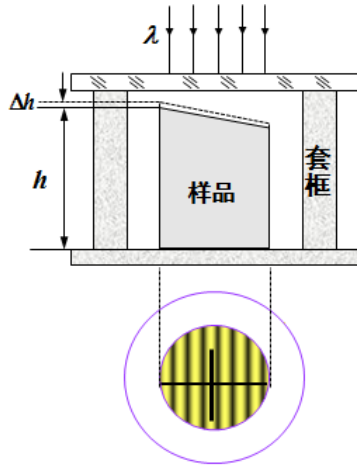
4. 如图所示，平行光以  $\phi$  角斜入射到缝间距为  $d$  的双缝上，缝  $S_2$  后覆盖着一层折射率为  $n$  的透明介质膜。若屏幕  $E$  的中心  $O$  处为零级明纹，则介质膜的厚度  $l$  为：



(3 分)

- A.  $\frac{d \sin \phi}{n}$     B.  $\frac{d \sin \phi}{2n}$     C.  $\frac{d \sin \phi}{n-1}$     D.  $\frac{d \sin \phi}{2(n-1)}$

5. 右侧为测量样品热膨胀系数的干涉膨胀仪示意简图。用热膨胀系数极小的石英制成套框，框内放置上表面磨成稍微倾斜的样品，框顶放一平板玻璃，这样在玻璃和样品之间构成一空气劈尖。将波长为  $\lambda$  的单色平行光垂直入射劈尖，在反射方向就能观察到干涉条纹。当样品受热膨胀时（设劈尖上表面不动），观察到  $N$  个条纹移过测微目镜十字叉丝的竖线，由此可算出样品的膨胀量  $\Delta h$ ，结合样品的原长和温度的升高量，可求得样品的热膨胀系数。在样品受热过程中，下面的表述正确的是：



(3 分)

- A. 条纹向右移动,  $\Delta h = \frac{N\lambda}{2}$   
 B. 条纹向右移动,  $\Delta h = N\lambda$   
 C. 条纹向左移动,  $\Delta h = \frac{N\lambda}{2}$   
 D. 条纹向左移动,  $\Delta h = N\lambda$

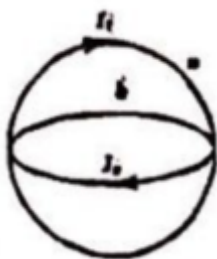
6. 某元素的特征光谱中含有波长分别为  $\lambda_1 = 450 \text{ nm}$  和  $\lambda_2 = 750 \text{ nm}$  的光谱线。在光栅光谱中, 这两种波长的谱线有重叠现象。则除零级外, 重叠处离零级光谱最近的  $\lambda_1$  谱线的级数为: (3 分)

- A. 3  
 B. 5  
 C.  $\pm 3$   
 D.  $\pm 5$

7. 下列各种条件: (1) 受激辐射 (2) 自发辐射 (3) 受激吸收 (4) 粒子数反转 (5) 光学谐振腔产生激光必须同时满足的条件是: (3 分)

- A. (1), (2), (3)  
 B. (1), (4), (5)  
 C. (2), (4), (5)  
 D. (3), (4), (5)

8. 如图所示, 两个圆形线圈 a、b 互相垂直, 接触点相互绝缘。当通过它们的电流  $I_1$  和  $I_2$  同时发生变化时, 则有下列情况发生: ( )



(3 分)

- A.  $2\omega_0/3$   
 B.  $\omega_0/3$

C.  $\omega_0/6$

D.  $\omega_0$

9. 对于位移电流，有下述四种说法，请指出哪一种说法正确。（3分）

A. 位移电流是由线性变化磁场产生的；

B. 位移电流是由变化电场产生的

C. 位移电流的热效应服从焦耳-楞次定律：

D. 位移电流的磁效应不服从安培环路定律。

10. 在磁感强度  $B=2\text{T}$  的匀强磁场中。有一半半径为  $10\text{cm}$  的圆线圈。线圈磁矩与磁感应线同向平行，线圈中通有  $I=10\text{A}$  的电流。若线圈在外力作用下绕其直径旋转  $180^\circ$ 。使其磁矩与磁感应线反向平行，且线圈转动过程中电流保持不变，则外力的功  $A=$ \_\_\_\_\_J。（3分）

A.  $0.064\text{J}$

B.  $0.126\text{J}$

C.

D.  $6.28 \times 10^{-2}\text{J}$

D.  $3.14 \times 10^{-2}\text{J}$

得分	评卷人	复核

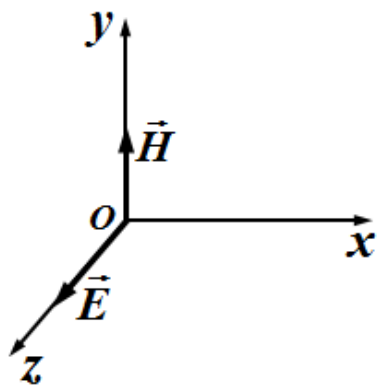
二、填空题（本题共 10 小题，满分 30 分）

1. 两个同方向、同频率的谐振动，它们的振动表达式分别为： $x_1 = A \cos \omega t$  和

$x_2 = A \cos(\omega t + \varphi_2)$ 。若  $v_2|_{t=0} < 0$ ，合振动

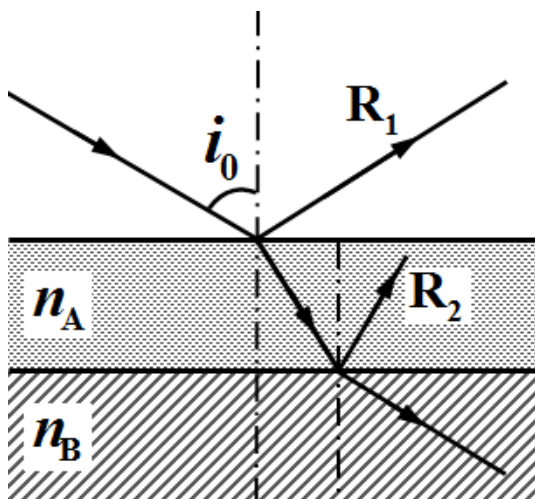
$x_1 + x_2$  的振幅也为  $A$ ，则  $\varphi_2 =$ \_\_\_\_\_。（设  $-\pi < \varphi_2 \leq \pi$ ）  
（3分）

2. 如图所示，当一列平面电磁波的  $\vec{E}$  向  $z$  轴正方向振动时，其  $\vec{H}$  向  $y$  轴正方向振动，则该电磁波的传播方向为\_\_\_\_\_。



(3 分)

3. 如图所示，自然光从空气连续入射到介质 A 和介质 B 中，当入射角为  $i_0 = 60^\circ$  时，反射光 R<sub>1</sub> 和 R<sub>2</sub> 均为振动方向垂直于入射面的线偏振光。则介质 A 和介质 B 的折射率之比  $\frac{n_A}{n_B} =$  \_\_\_\_\_。



(3 分)

4. 在双折射现象演示实验中，一束光入射晶体后折射出两束光线，分别称为 o 光和 e 光。将晶体旋转一周，在观察屏上看到，\_\_\_\_\_光的光斑静止不动，而\_\_\_\_\_光的光斑轨迹为圆。(3 分)
5. 康普顿散射实验中，单色 X 射线被电子散射而改变波长。实验结果表明，波长的改变量与入射波长\_\_\_\_\_，光子能量的改变量与入射光子的能量\_\_\_\_\_。(本题两空分别选填“有关”或“无关”)(3 分)
6. 量子力学通过精确求解薛定谔方程，得到氢原子中电子的角向波函数  $Y_{lm_l}(\theta, \varphi) = \Theta(\theta)\Phi(\varphi)$ ，其中， $\Phi(\varphi) = Ae^{im_l\varphi}$ 。则  $A =$  \_\_\_\_\_。
- (3 分)

7. 根据量子力学理论，原子中电子的稳定运动状态由四个量子数

$(n, l, m_l, m_s)$  表征。对  $(l, m_l, m_s)$  状态的电子，其“轨道”角动量与  $z$  轴正向夹角的余弦值为 \_\_\_\_\_，其自旋角动量与  $z$  轴正向夹角的余弦值为 \_\_\_\_\_ 或 \_\_\_\_\_。（3分）

8. 设实物粒子的质量为  $m$ ，速度为  $v$ ，考虑下列推导：

由  $E = h\nu = m^2c^2$  ① 和  $\lambda = \frac{h}{mv}$  ②，

得：  $\nu\lambda = \frac{c^2}{v}$  ③，根据  $\lambda = \frac{v}{\nu}$  ④，

得：  $v = c$  ⑤。

以上推导中正确的式子是 \_\_\_\_\_（填相应式子后的数字序号）。

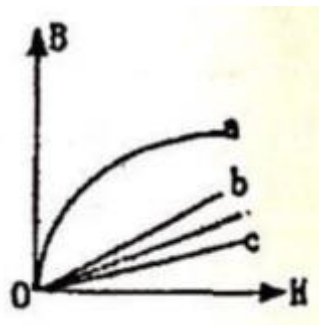
（3分）

9. 如图所示为三种不同的磁介质的  $B-H$  关系曲线，其中虚线表示的是真空的  $B-H$  关系。请说明 a、b、c 各代表哪一类磁介质的  $B-H$  关系曲线：

a 代表 \_\_\_\_\_ 的  $B-H$  关系曲线

b 代表 \_\_\_\_\_ 的  $B-H$  关系曲线

c 代表 \_\_\_\_\_ 的  $B-H$  关系曲线



（3分）

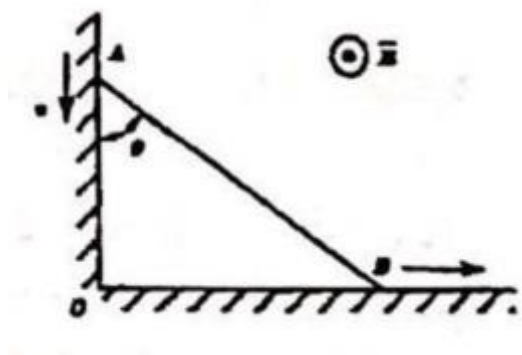
10. 如图所示的均匀磁场  $B$  中。有两个面积均为  $S$ 、通有相同电流  $I$  的三角形线圈（左；边长为 1）和圆形线圈（右）。已知两个线圈均可绕竖直方向的  $z$  轴和  $z'$  轴转动，则三角形线圈所受磁力矩的大小为 \_\_\_\_\_ 方向为 \_\_\_\_\_；三角形线圈所受的磁力矩 \_\_\_\_\_ 圆形线圈所受的磁力矩（填“大于”“相等”或“小于”）。（3分）

得分	评卷人	复核

### 三、计算题（本题共 4 小题，满分 40 分）

1. 如图所示。一质量为  $m$ ，长度为  $l$ 。电阻为  $R$  的均质金属细杆，其 A 端约束在竖直金属导轨上运动。B 端约束在水平金属导轨上运动。导轨电阻可以忽略。空间有垂直于纸面向外的匀强磁场，磁感应强度为  $B$ 。开始时细杆方位角  $\theta = 0$ ，从静止状态释放。已知当方位角  $\theta = 60^\circ$  时，A 端向下的速度大小为  $v$

- (1) 求此刻 ( $\theta = 60^\circ$  时) 细杆内电动势  $\varepsilon$  的大小；
- (2) 求此刻 ( $\theta = 60^\circ$  时) 金属细杆所受安培力的大小。以及此时刻安培力的瞬时功率。

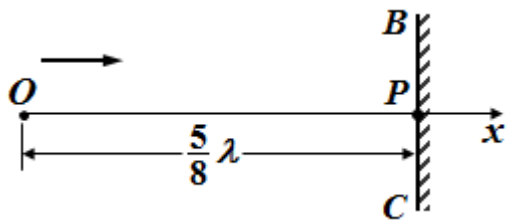


(10 分)

2. 如图所示，波长为  $\lambda$  的平面简谐波沿  $x$  轴正向传播，BC 为波密媒质反射面。波由 P 点反

$$OP = \frac{5}{8}\lambda$$

射，在  $t = 0$  时，O 处质点的合振动是经过平衡位置向位移负方向运动。设坐标原点在波源 O 处，入射波和反射波的振幅均为  $A$ ，频率均为  $\nu$ 。求：(1) 波源 O 的初位相；(2) OP 间入射波与反射波合成驻波的波函数；(3) OP 间波节的位置。



(10 分)

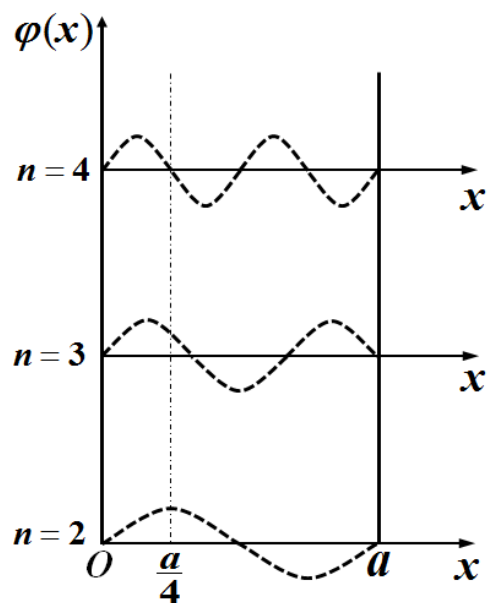
3. 一缝间距  $d = 0.10 \text{ mm}$ ，缝宽  $a = 0.02 \text{ mm}$  的双缝，用波长  $\lambda = 600 \text{ nm}$  的单色光垂直入射。求：（1）单缝衍射中央主极大的半角宽度；（2）单缝衍射中央主极大内干涉极大的条数；（3）在该双缝的中间再开一条相同的单缝后，单缝衍射中央主极大内干涉极大的条数。（10 分）

4. 设粒子在一维无限深势阱（ $0 < x < a$ ）中运动，能量量子数为  $n$ ，阱内区间的波函数为：

$$\varphi(x) = \sqrt{\frac{2}{a}} \sin\left(\frac{n\pi x}{a}\right), \quad n = 1, 2, 3, \dots$$

（1）右图用虚线画出了  $n = 2, 3, 4$  三个量子态的波函数图形（ $a$  有夸大）。试在图中画出表示这三个状态的粒子在  $0 \sim a/4$  区域内出现的概率的示意图。哪个状态，粒子在该区域内出现的概率最大？（2）对（1）问中的三个状态，分别判定粒子的物质波波长；

（3）试讨论， $n$  为何值时，粒子在  $0 \sim a/4$  区域内出现的概率最大。



（10 分）