

[查看试卷](#)

[试卷导出](#) ☐ 包含答案 ☐ 包含解析

[返回](#)

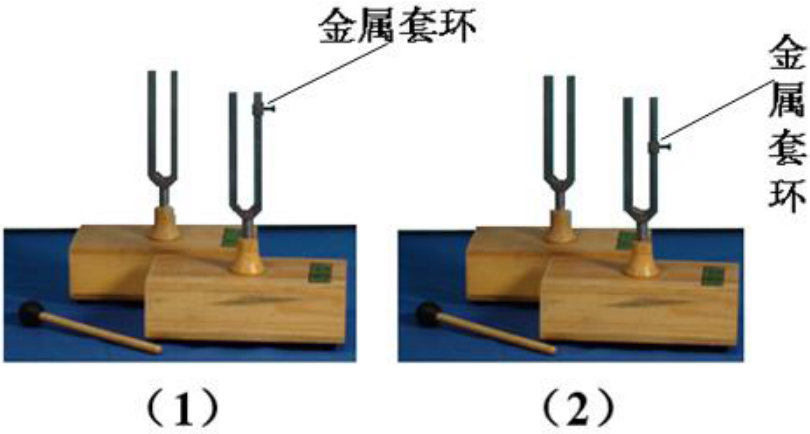
华中科技大学集成学院大学物理（二）2017-2018

创建人：朱增伟 | 题量：24 | 满分：100 分

☒ 显示答案

一、单选题（共10题，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. 1，图（2）的拍频记为. 2。对以上两项实验结果，下面的表述中正确的是：



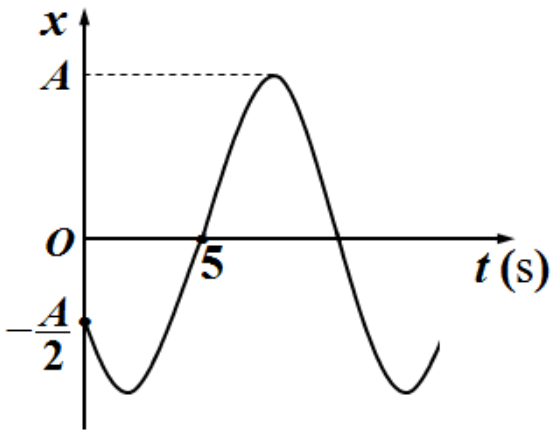
(3分)

- 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 $\nu_1 < \nu_2$

正确答案： C

解析：

- 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

正确答案： A

解析：

- 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)

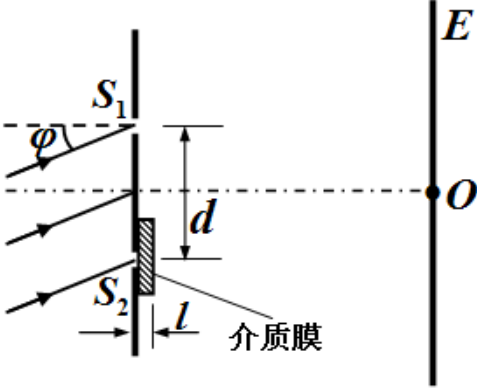
- A、 势能逐渐转变为动能，总机械能守恒。

- 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。

正确答案： C

解析：

- 4、 如图所示，平行光以 $\varphi$  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：



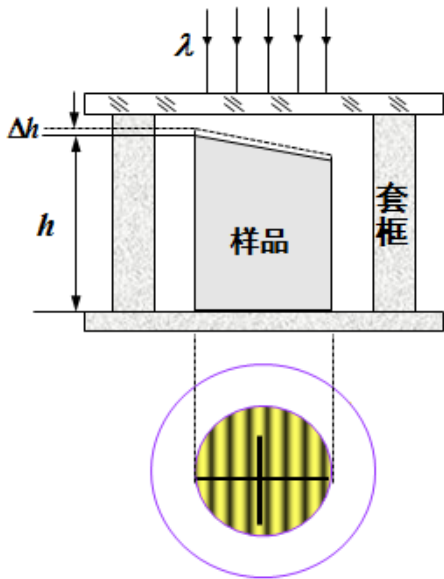
(3分)

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

正确答案： C

解析：

- 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,  $\Delta h = N\lambda$

正确答案： A

解析：

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、  $\pm 5$

正确答案： D

解析：

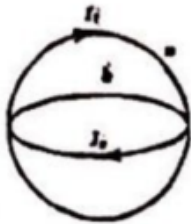
7、 下列各种条件：（1）受激辐射 （2）自发辐射 （3）受激吸收 （4）粒子数反转 （5）光学谐振腔  
产生激光必须同时满足的条件是：  
(3分)

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

正确答案： B

解析：

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、  $\omega_0$

正确答案： D

解析：

9.【正解】D  
【解析】两线圈相互垂直，没有互感，只有自感  
【考点延伸】《考试宝典》知识点九“§9.3 第二点”——互感、互感

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。

正确答案： B

解析：

10. 【正解】 A

【解析】 位移电流是指变化电场。

【考点延伸】 《考试宝典》 知识点九“§9.5 第一点”——位移电流

10、 在磁感强度B=2T的匀强磁场中。右一半径为10cm的圆线圈。线圈磁矩与磁感应线同向平行,线圈中通有I=10A的电流。若线圈在外力作用下绕其个直径旋转180°。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、 0.064J
- B、 0.126J
- C、  $6.28\times10^{-2}$ J
- D、  $3.14\times10^{-2}$ J

正确答案： B

解析：

磁力矩做功dW=Mdθ， 从θ1至θ2的过程中， 从θ1积分到θ2， 可得W=nIBS(cosθ1-θ2)=nI(φ1-φ2)， 这里的n=1所以做功为I(φ1-φ2)

7. 【正解】  $1.26\times10^{-1}J$

【解析】 线圈磁通量 $\Phi=BS=2\times\pi\times(0.1)^2=6.28\times10^{-2}Wb$ ， 外力做功 $W=-I\Delta\Phi$ ， 即有 $W=-I(-\Phi-\Phi)=2I\Phi=1.26\times10^{-1}J$ 。

【考点延伸】 《考试宝典》 知识点八“§8.2 第一点”——磁通量、高斯定理

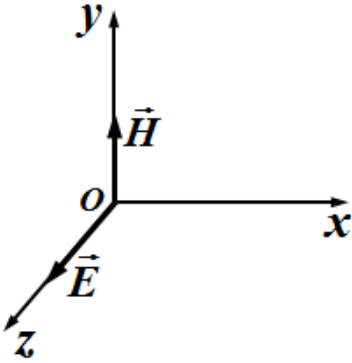
二、填空题 (共10题， 30分)

11、 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)

正确答案  
第一空：  $2\pi/3$

解析：

12、 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\_\_\_\_\_。

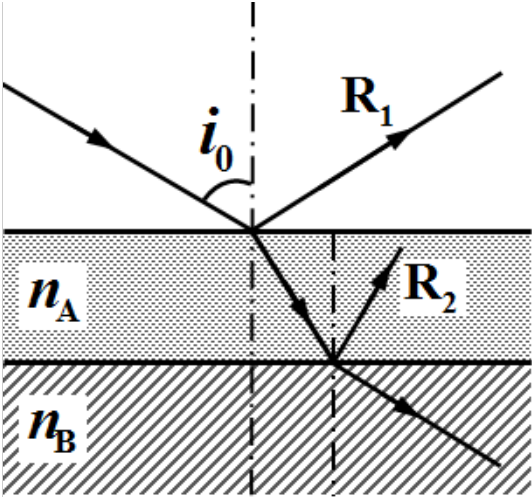


(3分)

正确答案  
第一空： -x方向、或x轴负方向；

解析：

13、 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 R1 和R2 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)

正确答案  
第一空：  $\sqrt{3}$

解析：

14、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)

正确答案  
第一空： o  
第二空： e

解析：

15、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)

正确答案  
第一空： 无关  
第二空： 有关

解析：

16、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)

正确答案  
第一空：  $\frac{1}{\sqrt{2\pi}}$

解析：

17、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)

正确答案  
第一空：  $\frac{m_l}{\sqrt{l(l+1)}}$ 、  $\pm \frac{\sqrt{3}}{3}$

解析：

18、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：  $v\lambda = \frac{c^2}{v}$       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）。

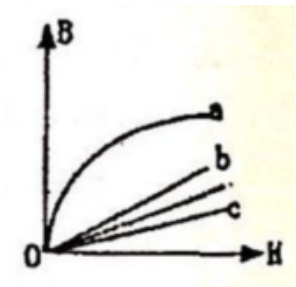
(3分)

正确答案

第一空： ①， ②， ③

解析：

- 19、 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)

正确答案

第一空： 铁磁质  
第二空： 顺磁质  
第三空： 抗磁质

解析：

- 20、 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l)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)

正确答案

第一空：

$$\frac{\sqrt{3}}{4}l^2IB$$

第二空： 向下  
第三空： 相等

解析：

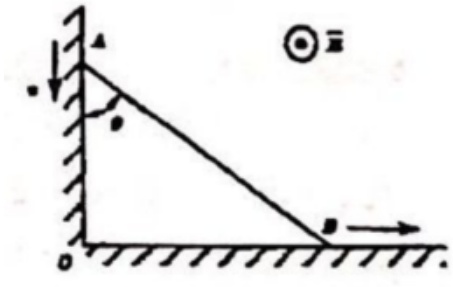
19、【正解】  $\frac{\sqrt{3}}{4}l^2IB$ ， 向下， 相等

【解析】三角形线圈所受磁力矩的大小  $\bar{M}_m = \bar{P}_m \times \bar{B} = \frac{\sqrt{3}}{4}l^2IB$  ;方向向下，二者磁力矩相等。

【考点延伸】《考试宝典》知识点八“§8.3 第三点”——均匀磁场作用于载流线圈上的磁力矩

三、计算题 (共4题, 40分)

- 21、 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θ=0，从静止状态释放。已知当方位角θ=60°时，及端向下的速度大小为v
- (1)求此刻(θ=60°时)细杆内电动势ε的大小;
- (2)·求此刻 (θ=60°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)

正确答案:



【考点延伸】《考试宝典》知识点九“§9.2 第一点”——动生电动势

4、【解析】(1)  $\theta=60^\circ$  时，由题意有  $v\cos 60^\circ=v_{\text{H}}=v_B\sin 60^\circ$ ，即有  $v_B=\frac{\sqrt{3}}{3}v$

此时两端产生的动生电动势  $\epsilon_A=Blv\frac{\sin 60^\circ}{2}$ ； $\epsilon_B=Blv_B\frac{\cos 60^\circ}{2}$

细杆内电动势  $\epsilon$  的大小为  $\epsilon=\epsilon_A-\epsilon_B=\frac{\sqrt{3}}{6}Blv$

(2) 杆流过的电流大小为  $I=\frac{U}{R}=\frac{\sqrt{3}Blv}{6R}$

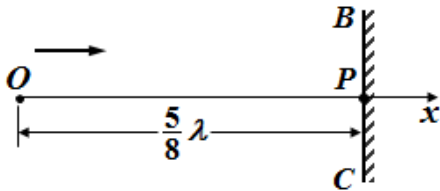
细杆所受的安培力为  $F=BIL=\frac{\sqrt{3}B^2l^2v}{6R}$

此时安培力的功率为  $P=\frac{U^2}{R}=\frac{B^2l^2v^2}{12R}$

【考点延伸】《考试宝典》知识点九“§9.2 第一点”——动生电动势

解析：

- 22、
- 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点反射， $\overline{OP}=\frac{5}{8}\lambda$ 。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)

正确答案:

2. 解: (1) 设波源  $O$  的初位相为  $\varphi$ , 则波源  $O$  的振动方程为  $y_O = A\cos(\omega t + \varphi)$ ,

则入射波的波函数为:  $y_{\lambda} = A\cos(\omega t - \frac{2\pi x}{\lambda} + \varphi)$  2'

$y_{\lambda}$  被波密媒质反射时有半波损失, 则反射波的波函数为:

$y_{\text{反}} = A\cos[\omega t + \varphi - \frac{2\pi}{\lambda}(2 \times \frac{5}{8}\lambda - x + \frac{\lambda}{4})] = A\cos(\omega t + \frac{2\pi x}{\lambda} + \varphi + \frac{\pi}{4})$  1'

$y_{\text{合}} = y_{\lambda} + y_{\text{反}} = 2A\cos(\frac{2\pi x}{\lambda} + \frac{\pi}{4})\cos(\omega t + \varphi + \frac{\pi}{4})$  1'

$O$  点合成振动方程为:

$y_O = 2A\cos(\frac{\pi}{4})\cos(\omega t + \varphi + \frac{\pi}{4}) = \sqrt{2}A\cos(\omega t + \varphi + \frac{\pi}{4})$

由已知条件得  $O$  点的合成振动初相为  $\frac{\pi}{2}$ , 1'

即:  $\varphi + \frac{\pi}{4} = \frac{\pi}{2}$ , 得: 波源  $O$  的初位相为:  $\varphi = \frac{\pi}{4}$ . 2'

所以, 合成驻波的波函数为:  $y_{\text{合}} = 2A\cos(\frac{2\pi x}{\lambda} + \frac{\pi}{4})\cos(\omega t + \frac{\pi}{2})$  1'

(2) 对波节:  $|2A\cos(\frac{2\pi x}{\lambda} + \frac{\pi}{4})| = 0$ ,

得  $OP$  间波节的位置为:  $x = \frac{1}{8}\lambda, \frac{5}{8}\lambda$ . 2'

注: (1) 反射波波函数也可表为:  $y_{\text{反}} = A\cos(\omega t + \frac{2\pi x}{\lambda} + \varphi - \frac{3\pi}{2})$ , 此时:

$y_{\text{合}} = 2A\cos(\frac{2\pi x}{\lambda} - \frac{3\pi}{4})\cos(\omega t + \varphi - \frac{3}{4})$ ,

$y_O = 2A\cos(-\frac{3\pi}{4})\cos(\omega t + \varphi - \frac{3}{4}) = \sqrt{2}A\cos(\omega t + \varphi - \frac{\pi}{4})$

(2) 波节点的坐标也可基于  $P$  点为波节推断。

解析:

- 23、一缝间距  $d = 0.10\text{ mm}$ , 缝宽  $a = 0.02\text{ mm}$  的双缝, 用波长  $\lambda = 600\text{ nm}$  的平单色光垂直入射。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)

正确答案:

3. 解: (1)  $\Delta\theta = \frac{\lambda}{a} = 3 \times 10^{-2}\text{ rad}$  3'

(2)  $\frac{d}{a} = \frac{0.10}{0.02} = 5$  1'

单缝衍射中央主极大内干涉极大的最高级次为 4 级, 1'

所以单缝衍射中央主极大内共有 9 条干涉极大。 1'

(3) 此时:  $\frac{d}{a} = \frac{0.05}{0.02} = \frac{5}{2}$  1'

单缝衍射中央主极大内干涉极大的最高级次为 2 级, 2'

所以单缝衍射中央主极大内共有 5 条干涉极大。 1'

解析:

- 24、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:

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

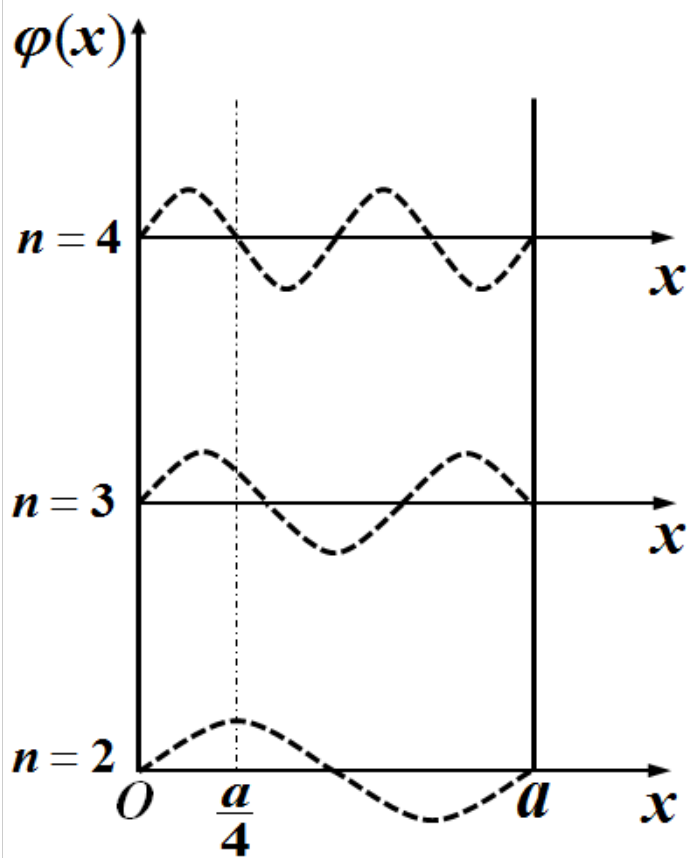
(1) 右图用虚线画出了  $n = 2, 3, 4$  三个量子态的波函数图形 ( $a$  有夸大)。试在图中画出表示这三个状态的粒子在  $0 \sim a/4$  区域内出现的概率的示意图。

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;

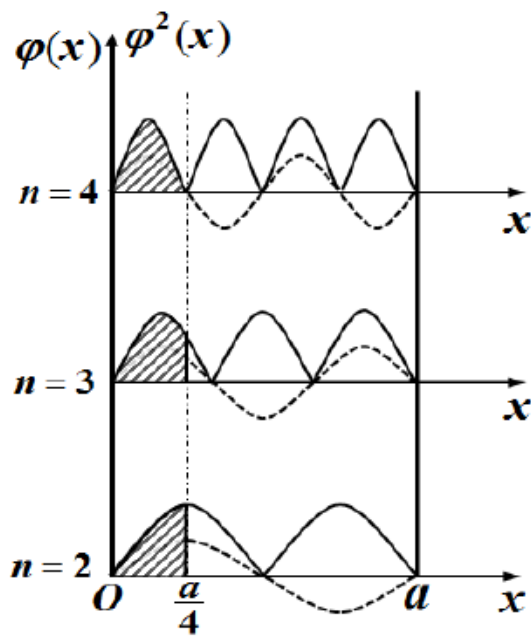
(3) 试讨论,  $n$  为何值时, 粒子在  $0 \sim a/4$  区域内出现的概率最大。





(10分)

正确答案:  
4. 解: (1)



定性示意图, ①纵坐标标注  $\varphi^2(x)$  或  $|\varphi(x)|^2$ ;  
②  $\varphi^2(x)$  曲线正确; ③能反映用区间曲线下面积表示概率。  
 $n=3$  概率最大。

3'

1'

(2) 由波函数图形或由定态驻波条件:  $a = n\frac{\lambda}{2}$ ,  $n=1,2,3\cdots$ , 得:

$\lambda_2 = a; \quad \lambda_3 = \frac{2a}{3}; \quad \lambda_4 = \frac{a}{2}。$  3'

(3) 对任意  $n$  状态, 粒子出现在  $0 < x < \frac{a}{4}$  内的概率为:

$P = \int_0^{\frac{a}{4}} |\varphi(x)|^2 dx = \frac{1}{4} - \frac{1}{2n\pi} \sin \frac{n\pi}{2}$  2'

要使此概率最大, 只需确定对应  $\sin \frac{n\pi}{2} = -1$  的最小的  $n$ 。

当  $n$  为偶数时,  $\sin \frac{n\pi}{2} = 0$ ; 当  $n=1,5,9,\cdots$  时,  $\sin \frac{n\pi}{2} = 1$ ; 当  $n=3,7,11,\cdots$  时,

$\sin \frac{n\pi}{2} = -1$ 。因此, 当  $n=3$  时概率最大, 其值为  $P = \frac{1}{4} + \frac{1}{6\pi} \approx 0.3$ 。 1'

解析: