北京邮电大学 2017——2018 学年第二学期

《大学物理 C》期末考试试题(A)

考试注意事项	一、学生参加考试须带学生证或学院证明，未带者不准进入考场。学生必须按照监考教师指定座位就坐。 二、书本、参考资料、书包等物品一律放到考场指定位置。 三、学生不得另行携带、使用稿纸，要遵守《北京邮电大学考场规则》，有考场违纪或作弊行为者，按相应规定严肃处理。 四、学生必须将答题内容做在试题答卷上，做在试题及草稿纸上一律无效。 五、学生的姓名、班级、学号、班内序号等信息由教材中心统一印制。

考试课程	大学物理 C			考试时间		2018 年 6 月 26 日 15:30--17:30	
题号	一	二	三	四	五	六	总分
满分	30	30	10	10	10	10	
得分							
阅卷教师							

一． 选择题：(30 分，每题 3 分)

1. 质点作曲线运动，若 $\vec{r}$ 表示位矢，s 表示路程，$\vec{v}$ 表示速度，v 表示速率，a 表示加速度大小，a_t 表示切向加速度大小，对下列表达式，即(1) $\frac{dv}{dt}=a$;(2) $\frac{dr}{dt}=v$；(3) $\frac{ds}{dt}=v$;(4) $\left|\frac{d\vec{v}}{dt}\right|=a_t$ 则下列判断正确的是 [ ]

(A) 只有(1)(4)是对的 (B) 只有(2)(4)是对的

(C) 只有(2)是对的 (D) 只有(3)是对的

2. 在单缝夫琅禾费衍射实验中波长为λ的单色光垂直入射到单缝上．对应于衍射角为 30°的方向上，若单缝处波面可分成 3 个半波带，则缝宽度 a 等于 [ ]

(A) λ (B) 1.5 λ (C) 2 λ (D) 3 λ

3. 一个质点作简谐振动，振幅为 A，在起始时刻质点位于平衡位置，且向 x 轴的正方向运动，则此时简谐振动的初相为 [ ]

(A) $-\pi/2$　　(B) $\pi/2$

(C) $-\pi$　　(D) π

4. 把一平凸透镜放在平玻璃上，构成牛顿环装置．当平凸透镜慢慢地向上平移时，由反射光形成的牛顿环　　[　　]

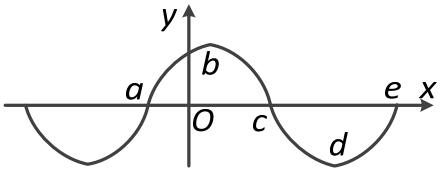
(A) 向中心收缩，条纹间隔变小　　(B) 向中心收缩，环心呈明暗交替变化

(C) 向外扩张，环心呈明暗交替变化　　(D) 向外扩张，条纹间隔变大

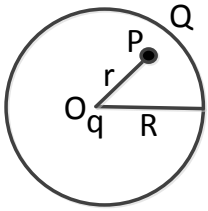
5. 一驻波在 t 时刻的波形图如图所示，此时势能最大的质元位置有　　[　　]

(A) a,b,c,d,e　　(B) b,d

(C) a,c,e　　(D) a,b,c



选择题 5 用图



选择题 6 用图

6. 真空中一半径为 R 的球面均匀带电 Q,在球心 O 处有一电荷为 q 的点电荷。设无穷远处为电势零点，则在球内距球心 O 为 r 的 P 点处的电势为　　[　　]

(A) $\dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}\left(\dfrac{q}{r}+\dfrac{Q}{R}\right)$　　(B) $\dfrac{q}{4\pi\varepsilon_0 r}$

(C) $\dfrac{q+Q}{4\pi\varepsilon_0 r}$　　(D) $\dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}\left(\dfrac{q}{r}+\dfrac{Q-q}{R}\right)$

7. 质量为 m 的质点以初速度大小 v_0 沿 x 轴作直线运动，起始位置在坐标原点处，所受阻力与速率的关系为 $f=-kv^2$，其中 k 为正常数。则当质点往前走了 x 时的速率为

[　　]

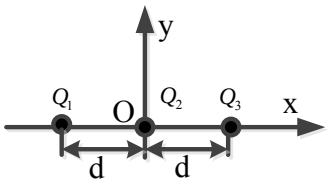
(A) $v_0 e^{\frac{k}{m}x}$　　(B) $v_0 e^{-\frac{k}{m}x}$

(C) $v_0 \ln\left(\dfrac{k}{m}x\right)$　　(D) $v_0 \ln\left(-\dfrac{k}{m}x\right)$

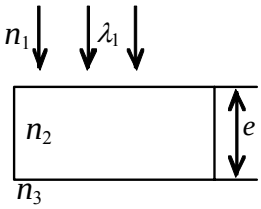
8. 如图，有三个点电荷 Q_1、Q_2、Q_3，沿一条直线等间距分布，且 $Q_1=Q_3=Q$。已知其中任一点电荷所受合力均为零，则在固定 Q_1、Q_3 的情况下，将 Q_2 从点 O 移到无穷远处外力所作的功为　　[　　]

(A) $\dfrac{Q^2}{4\pi\varepsilon_0 d}$　　(B) $\dfrac{Q^2}{4\pi\varepsilon_0 d^2}$

(C) $\dfrac{Q}{8\pi\varepsilon_0 d}$　　(D) $\dfrac{Q^2}{8\pi\varepsilon_0 d}$



选择题 8 用图



选择题 9 用图

选择题 10 用图

9. 如图所示，平行单色光垂直照射到薄膜上，经上下两表面反射的两束光发生干涉，若薄膜的厚度为 e，并且 $n_1<n_2>n_3$，λ_1 为入射光在折射率为 n_1 的媒质中的波长，则两束反射光在相遇点的光程差为　　[　　]

(A) $2n_1e$　　(B) $2n_1e+n_1\lambda_1/2$

(C) $2n_2e+n_1\lambda_1/2$　　(D) $2n_2e$

10. 已知真空中电流分布如图，两个半圆共面，且具有公共圆心，则 O 点处的磁感强度为　　[　　]

(A) $\mu_0 I/(4R)$　　(B) $\mu_0 I/(8R)$

(C) $\mu_0 I/(2R)$　　(D) $\mu_0 I/(4\pi R)$

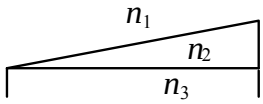
二．填空题：(30 分，每空 3 分)

1. 一质点作沿圆周运动，半径为 R，其路程与时间的函数关系为 $s=\pi t^2+5t$ (SI)，则质点的切向加速度大小 $a_t=$ _____。

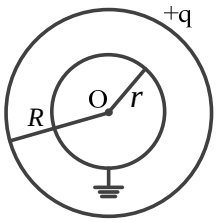
2. 两个同振动方向、同频率、振幅均为 A 的简谐振动合成后，振幅仍为 A，则这两个简谐振动的相位差为_____ 。

3. 质量 m=1kg 的质点，以速度 $\vec{v}=\left[\left(-3\sin\dfrac{\pi}{2}t\right)\hat{i}+\left(3\cos\dfrac{\pi}{2}t\right)\hat{j}\right]m/s$ 运动，该质点从 $t=0$ 到 $t=4s$ 这段时间内受到的合力的冲量大小为 $I=$ _____。

4. 用波长为λ的单色光垂直照射如图所示的、折射率为 n_2 的劈形膜($n_1>n_2$ ，$n_3>n_2$)，观察反射光干涉。从劈形膜顶开始，第 2 条明条纹对应的膜厚度 e＝_____。



填空题 4 用图



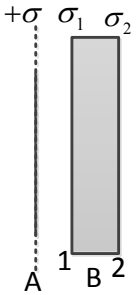
填空题 5 用图

5. 两个同心金属球壳，二者离地球很远，外球壳带+q，内球壳用细导线接地，如图所示，则内球壳所带电荷为 _____。

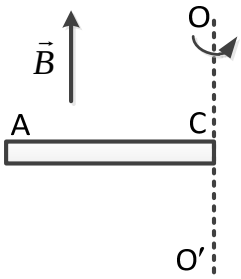
6. 一长为 l，质量均匀的链条，放在光滑的水平桌面上，若使其长度的$\frac{1}{2}$悬于桌边下，然后由静止释放，任其滑动，则它全部离开桌面时的速率为_____。

7. 两相干波源 S_1 和 S_2 的振动方程分别是 $y_1 = A\cos\omega t$ 和 $y_2 = A\cos(\omega t + \frac{1}{2}\pi)$. S_1 距 P 点 3 个波长，S_2 距 P 点 21/4 个波长．两波在 P 点引起的两个振动的相位差是_____.

8. 一“无限大”均匀带电平面 A，其附近放一与它平行的有一定厚度的“无限大”平面导体板 B，B 开始不带电，如图所示。已知 A 上的电荷面密度为$+\sigma$，则在导体板 B 的两个表面 1 和 2 上的感应电荷面密度分别为$\sigma_1 =$_____和$\sigma_2 =$_____。



填空题 8 用图

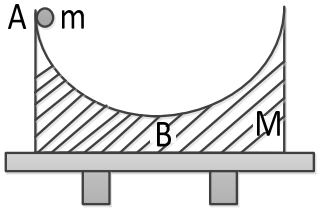


填空题 9 用图

9. 如图所示，导体棒 AB 处在匀强磁场，其绕过 C 点与棒垂直且沿磁场方向的轴 OO′转动，则 A 点电势_____C 点电势。(填入“>”“<”“=”)

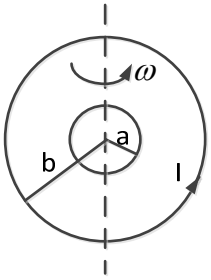
三．计算题（10 分）

一质量为 m 的小球，从内壁为半球形的容器边缘点 A 滑下。设容器质量为 M，半径为 R，内壁光滑，并放于水平桌面上，桌面摩擦可以忽略不计。一开始小球和容器都处于静止状态。当小球沿内壁滑到容器底部的 B 处时，求此时受到的向上的支持力。



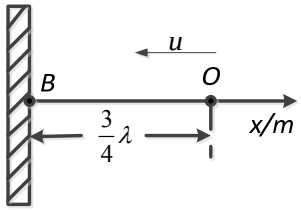
四．计算题（10 分）

有一半径为 a 的很小的金属圆环，在初始时刻与一半径为 b(b>>a)的金属圆环共面且同心，大圆环中通以恒定电流 I，方向如图，如果小圆环以匀角速度 ω 绕其任一方向的直径转动，并设小圆环的电阻为 R，则求任一时刻 t 通过小圆环的感应电流 i。



五．计算题（10 分）

如图所示，有一列向左传播的平面简谐波，其在坐标原点 O 处的振动方程为 $y = A\cos\omega t$。其在 B 点遇到波密介质，距波源$\frac{3}{4}\lambda$，其中λ为波长。求(1) 向左传播的平面简谐波的波函数和在 B 处反射波的波函数；(2)若坐标系原点改为 B 点，求(1)问中的反射波波函数。



六．计算题（10 分）

3、波长λ=600nm(1nm=10^{-9}m)的单色光垂直入射到一光栅上，测得第二级有能量，第三级主极大的衍射角为 30°，且第四级缺级。求 (1) 光栅常数 d=$a+b$ (2) 透光缝可能的最小宽度 a (3)在衍射角$-\frac{1}{2}\pi<\varphi<\frac{1}{2}\pi$ 范围内可能观察到的全部主极大的级次，并列出全部级次。

北京邮电大学 2017——2018 学年第二学期

《大学物理 C》期末考试试题答案和评分标准

一、选择题(30 分，每题 3 分)

1. D　2. D 3.A　4. B 5.　C　　6. A 7. B 8. D 9. C 10.B

二、填空题(30 分，每空 3 分)

1.　2π　**2.**　$2\pi/3$ 或 $-2\pi/3$ 或 $4\pi/3$ (每项都加 $2k\pi$ 也算对)　**3.**　0　**4.**　$3\lambda/4n_2$

5. $-rq/R$　　**6.** $\frac{1}{2}\sqrt{3gl}$　　**7.**　0 或 4π 或 -4π　**8.**　$-\sigma/2$　$+\sigma/2$　　**9.** >

三、计算题(10 分)

解答：设小球速率 v_m，容器速率为 v_M，则由动量守恒和能量守恒定律，则有

$$Mv_M - mv_m = 0 \qquad (2\text{ 分})$$

$$\frac{1}{2}Mv_M^2 + \frac{1}{2}mv_m^2 = mgR \qquad (2\text{ 分})$$

$$v_m = \sqrt{\frac{2MgR}{M+m}} \qquad v_M = \frac{m}{M}\sqrt{\frac{2MgR}{M+m}} \qquad (1\text{ 分})$$

小球与容器之间有相对运动，相对于容器的运动速度大小为

$$v'_m = v_m - (-v_M) \qquad (2\text{ 分})$$

则以容器为参考系时，小球做圆周运动，分析其法线方向，则有

$$F - mg = \frac{mv'^2_m}{R} \qquad (2\text{ 分})$$

可得小球所受的支持力为

$$F = mg\left(3 + \frac{2m}{M}\right) \qquad (1\text{ 分})$$

四、计算题(10 分)

解答：由于 b〉〉a，故通过小圆环的磁场近似看作匀强磁场，其大小为

$$B = \frac{\mu_0 I}{2b} \qquad (3\text{ 分})$$

则通过小圆环的磁通量为

$$\phi = \vec{B} \bullet \vec{S} = \frac{\mu_0 I}{2b}\pi a^2 \cos(\omega t) \qquad (3\text{ 分})$$

则小圆环上产生的电动势为

$$\varepsilon = -\frac{d\phi}{dt} = \frac{\mu_0 I}{2b}\pi a^2 \omega \sin(\omega t) \qquad (3\text{ 分})$$

故小圆环中的感应电流为

$$i=\frac{\varepsilon}{R}=\frac{\mu_0 I}{2bR}\pi a^2\omega\sin(\omega t)$$ (1 分)

五、计算题(10 分)

解答：(1) 由已知 O 点的振动表达式 $y=A\cos\omega t$

可得向左传播的入射波波函数为

$$y_1=A\cos(\omega t+\frac{2\pi}{\lambda}x)$$ (3 分)

则其在 B 点的振动表达式为

$$y_{1B}=A\cos\left[\omega t+\frac{2\pi}{\lambda}\left(-\frac{3}{4}\lambda\right)\right]=A\cos\left(\omega t-\frac{3}{2}\pi\right)$$

由于半波损失，故在 B 处反射的波在 B 点的振动表达式为

$$y_{2B}=A\cos\left(\omega t-\frac{3}{2}\pi+\pi\right)=A\cos\left(\omega t-\frac{1}{2}\pi\right)$$ (2 分)

故反射波的波函数为

$$y_2==A\cos\left[\omega\left(t-\frac{\frac{3}{4}\lambda+x}{u}\right)-\frac{1}{2}\pi\right]=A\cos\left(\omega t-\frac{2\pi}{\lambda}x\right)$$ (3 分)

(2)反射波在 B 点的振动表示式为 $y_{2B}=A\cos\left(\omega t-\frac{1}{2}\pi\right)$

故以 B 点为坐标系原点时反射波的波函数为

$$y_2==A\cos\left[\omega\left(t-\frac{x}{u}\right)-\frac{1}{2}\pi\right]=A\cos\left(\omega t-\frac{2\pi}{\lambda}x-\frac{1}{2}\pi\right)$$ (2 分)

六、计算题(10 分)

解答：由光栅衍射主极大公式 $d\sin\varphi=k\lambda$，可得

$$d=\frac{k\lambda}{\sin\varphi}=\frac{3\lambda}{\sin 30}=3600nm$$ (4 分)

由缺级现象，设 k 为所缺级次，则有 $\frac{d}{a}=\frac{k}{n}$

其中 k=4，由上式可见，当 n=1 时，缝宽 a 取最小值，即

$$a=\frac{d}{4}=900nm$$ (2 分)

由光栅方程 $d\sin\varphi=k\lambda$，取衍射角为 90 度，则可求出最大级次，即

$$k_{\max}=\frac{d}{\lambda}=6$$ (2 分)

而 k=3、6 等级次缺级，因此可见的级次为 k=0，±1，±2，±3，±5 级明纹 (2 分)