

大学物理 II 春季学期期末试题



哈工大网盘计划2022

群号: 953062322



扫一扫二维码，入群聊。



哈工大资源分享站

QQ: 2842305604



扫一扫二维码，加我QQ好友。

哈工大PPT模板 (密码1920)



python资料 (密码1920)



windows小软件



微信公众号：哈工大网盘计划

1.项目初衷

鉴于 (1) 哈工大各类 QQ 群内学习资料多且繁杂，而文件文字太多会导致文件被屏蔽或者降低 QQ 群信用星级；(2) 校内诚信复印和纸张记忆垄断；(3) 很多营销号在卖资料且售价很高；(4) 学长学姐的自编材料很好，还想分享给下一届；等问题，网盘计划应运而生！哈尔滨工业大学网盘计划旨在将窝工的各类学习资料进行归类整理，并且以网盘的形式发出来，历时三年，现已大成，自费扫描了上百份校内复印店试题文档和各类电子教材实验报告等，归类整理了 50 多个 G 的学习资料无偿分享给大家，如果您觉得网盘计划对您有帮助的话，可通过以下方式进行打赏。



推荐使用微信支付



2.网盘计划进度 (密码 1920)

网盘计划全文



微信公众号二维码



哈工大PPT模板 (密码1920)



腾讯自动屏蔽以上链接，请用浏览器扫一扫

(关注公众号回复课程名称即可获取全部资源!!!)

哈工大 2021 春季学期大学物理 B 期末试题

得分	签字

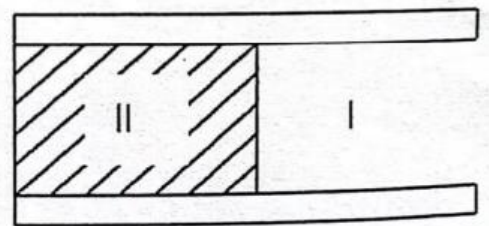
一、填空题 (共 24 分)

1. (本题 2 分) 两个同频率同方向的简谐振动, 振幅分别为 A 和 $2A$, 若合成振动的振幅也为 $2A$, 则两个分振动的初相位差满足 $\Delta\varphi =$ _____。

2. (本题 4 分) 波在介质中的传输可以用惠更斯原理进行解释, 介质中波所到达每一个点都可以看成 _____, 新的波前可以由 _____ 形成。

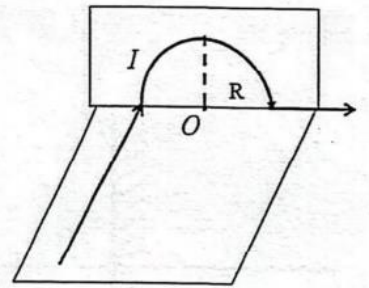
3. (本题 2 分) 半径为 R 的均匀带电球面, 若其电荷面密度为 σ_0 , 则在距离球心 $2R$ 处的电场强度大小为 _____。

4. (本题 3 分) 一平行板电容器充电后, 将其中一半空间充以各向同性、均匀电介质, 如图所示。则图中 I、II 两部分的电场强度 _____; 两部分的电位移矢量 _____; 两部分所对应的极板上的自由电荷面密度 _____。(填相等、不相等)



5. (本题 4 分) 将一负电荷从无穷远处移到一个不带电的导体附近, 则导体内的电场强度 _____, 导体的电势 _____。(填增大、不变、减小)

6. (本题 3 分) 如图, 导线中通有恒定电流 I , 中间部分导线围成半径为 R 的半圆弧, 并与水平方向垂直。则图中 O 点的磁感应强度 B 的大小为_____。



7. (本题 3 分) 在真空中, 若一均匀电场中的电场能量密度与一 0.50 T 的均匀磁场中的磁场能量密度相等。则该电场的电场强度为_____。

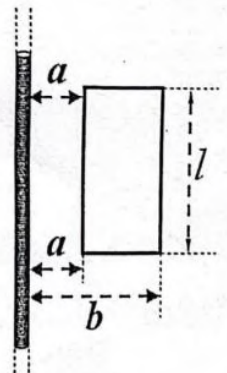
8. (本题 3 分) 平行板电容器的电容 C 为 $20.0\ \mu\text{F}$, 两板上的电压变化率为 $dU/dt = 1.50 \times 10^5\ \text{V} \cdot \text{s}^{-1}$, 则该平行板电容器中的位移电流为_____。

二. 理论推导题 (共 6 分)

得分	签字

9. (本题 6 分) 一矩形线圈与一无限长直导线共面, 尺寸与位置如图所示。试推导矩形线圈与该长直导线的互感系数为

$$M = \frac{\mu_0 l}{2\pi} \ln \frac{b}{a}.$$



哈工大资源分享站

QQ: 2842305604



扫一扫二维码, 加我QQ好友。



哈工大软件分享中心

群号: 626648181

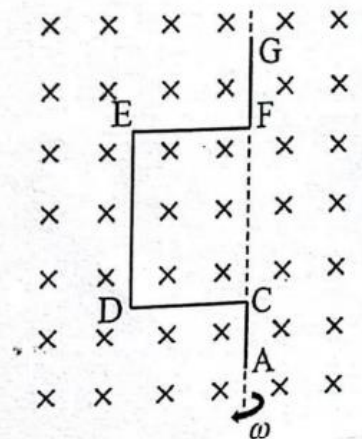
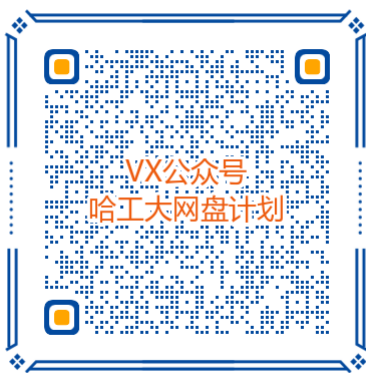


扫一扫二维码, 加入群聊。

三. 计算题 (43 分)

得分	签字

10. (本题 6 分) 如图所示, 将一根硬导线 ACDEFG 弯成“U”形, CDEF 区域呈矩形。假设初始时刻导线所在平面与磁场方向恰好垂直, 该导线在磁场中以角速度 ω 绕图中的轴线 (如图中虚线所示) 旋转, DE 段初速度方向垂直于纸面向里。假设 $CD = a$, $DE = b$ 。求: 任意 t 时刻导线中感应电动势的表达式。



得分	签字

11. (本题 6 分) 若电荷以相同的面密度 σ 均匀分布在半径分别为 $r_1 = 10 \text{ cm}$ 和 $r_2 = 20 \text{ cm}$ 的两个同心球面上, 设无穷远处电势为零, 已知球心电势为 300 V , 试求两球面的电荷面密度 σ 的值。 ($\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \cdot \text{N}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$)

C++ (密码1920)



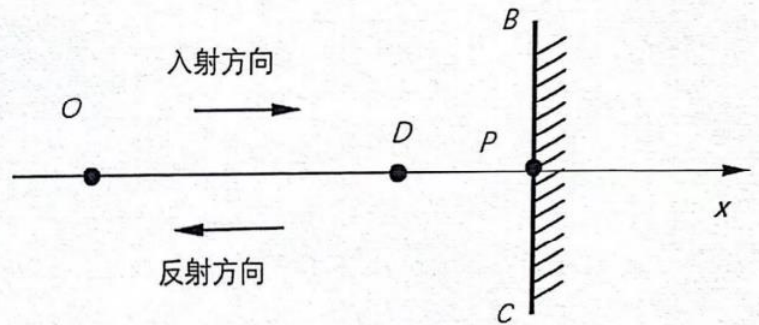
哈工大PPT模板 (密码1920)



得分	签字

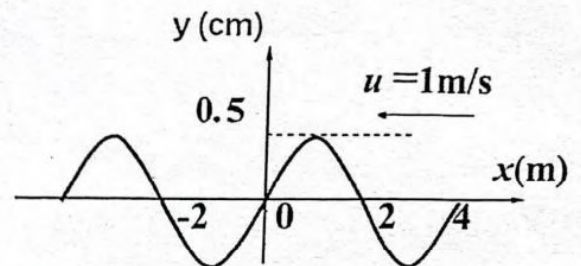
12. (本题 9 分) 一列平面简谐横波沿 x 轴正方向传播, BC 为波密媒质的反射面。如图所示, 波由 P 点反射, $OP = 7\lambda/8$, $OD = \lambda/2$ 。

在 $t=0$ 时, 入射波在 O 处质点的引起的振动是经过平衡位置并 y 轴正向运动。设入射波与反射波的振幅均为 A , 频率均为 ν , 请写出: 1) 入射波和反射波的波函数。 2) D 点的合振动方程。



得分	签字

13. (本题 6 分) 已知一沿 x 轴负向传播的平面简谐波在 $t = 2\text{s}$ 时的波形曲线如图所示, (1) 写出原点的振动表达式, (2) 写出该简谐波的波函数。

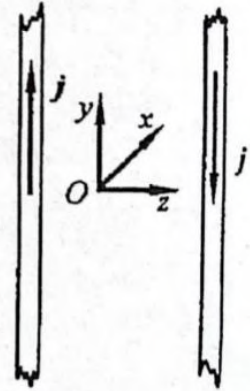


得分	签字

14. (本题 9 分) 两个薄导体同心球壳 A 与 B, 它们的半径分别为 $R_1 = 10\text{ cm}$, $R_3 = 20\text{ cm}$, 并分别带有电荷 $-4 \times 10^{-8}\text{ C}$ 与 $1 \times 10^{-7}\text{ C}$ 。球壳间有两层电介质, 内层介质的 $\epsilon_{r1} = 4.0$, 外层介质的 $\epsilon_{r2} = 2.0$, 其分界面的半径 $R_2 = 15\text{ cm}$ 。球壳 B 外为空气。求: (1) 两球间的电势差 U_{AB} ; (2) 距离球心 30 cm 处的电场强度。

得分	签字

15. (本题 7 分) 设真空中有两无限大平行载流平面, 如图所示, 两平面垂直于 z 轴, 电流均匀分布且方向相反。它们的面电流密度均为 j , 即单位宽度内垂直通过的电流强度相等。求两载流平面之间的磁感应强度。



四. 设计与应用题 (共 7 分)

得分	签字

16. (本题 7 分) 已知地球附近磁感应强度约为 $0.5 \times 10^{-4} \text{ T}$ 。请设计一种在地球附近测量地球磁场 \mathbf{B} 大小、方向的实现方案, 给出其物理原理。

考试分值分配

波动	20%
静电场	30%
稳恒磁场	25%
电磁感应	25%

重点复习范围

作业题+典型题+课上例题+书上概念题

主管
领导
审核
签字

哈尔滨工业大学 2021 学年 春季学期
大学物理 I 期末 试题

题号	一 (填空)	二	13	14	15	16	17	18	四	总分
得分										
阅卷人										

得分 签字

一、填空题 (共 35 分)

1. (本题 2 分)

稳态受迫振动的频率与驱动力的频率 有关, 与弹簧振子的固有频率 无关. (选填有关、无关)

2. (本题 3 分)

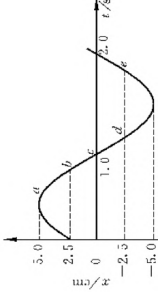
麦克斯韦认为全电流应该包括 电流和 电流, 全电流定律的数学表达式为 。

3. (本题 3 分)

已知一个谐振子 (即作简谐振动的质点) 的振动曲线如图所示, 其振动表

达式为 _____.

$$x = 0.05 \cos\left(\frac{5}{6}\pi t - \frac{\pi}{3}\right)$$

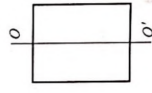


4. (本题 4 分)

已知两个面积为 S 导体板分别带电荷量为 $+Q$ 和 $-Q$, 距离为 d ($d \ll S$)。忽略边缘效应, 则平板之间的电场强度大小为 _____, 两个平板之间的电势差为 _____, 二者之间的相互作用力的大小为 _____, 两个平板间储存的静电场能量为 _____.

5. (本题 3 分)

如图所示, 有一根无限长直导线绝缘地紧贴于矩形线圈的中心轴 OO' 上, 则直导线与矩形线圈间的互感系数为 _____.



6. (本题 3 分)

一均匀带电直导线长为 L , 线电荷密度为 λ 。直线的延长线上距 L 中点为 r ($r > L/2$) 处的场强为 _____.

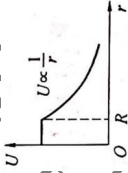
$$E = \int dE = \int_{-L/2}^{L/2} \frac{\lambda dx}{4\pi\epsilon_0 (r-x)^2} = \frac{\lambda L}{4\pi\epsilon_0 (r^2 - L^2/4)}$$

7. (本题 4 分)

有一给平行板电容器充电后断开电源。如果在其中插入电介质, 则两个极板间的电势差_____(增加, 减小, 不变); 如果在其中插入一块导体且导体不与两极板接触, 则两个极板间的电势差_____(增加, 减小, 不变)

8. (本题 3 分)

图中曲线表示一种球对称性静电场的电势分布, r 表示离对称中心的距离。这是_____的电场。

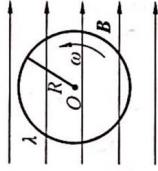


9. (本题 3 分)

已知简谐振动 $A=10\text{m}$, $T=2\text{s}$, 当 $t=0$ 时位移为 -5m 且向 x 轴负向运动, 则振动方程为_____。

10. (本题 3 分)

如图所示, 均匀磁场中放一均匀带正电的圆环, 其线电荷密度为 λ , 圆环绕通过环心 O 与环面垂直的转轴旋转。当圆环以角速度 ω 转动时, 圆环受到的磁力矩为_____, 其方向_____。



11. (本题 4 分)

惠更斯原理是指球形波面上的每一点(面源)都是一个次级球面波的波源, 子波的波速与频率等于初级波的波速和频率, 此后每一时刻的子波的包络面就是该时刻总的波动的波面。其核心思想是:_____。

介质中任一处的波动状态是由各处的波动决定的

二、理论推导题 (共 10 分)

12. (本题 10 分)

在分析教材中弹簧振子的振动时, 都忽略了弹簧的质量, 现在考虑一下弹簧质量的影响。设弹簧劲度系数为 k , 质量为 m 且沿弹簧长度均匀分布, 振子质量为 m 。以 v 表示振子在某时刻的速度, 弹簧各点的速度和它们到固定端的长度成正比。

(1) 证明: 此刻弹簧振子的动能为 $\frac{1}{2} \left(m + \frac{m'}{3} \right) v^2$, 从而可知此系统的有效质量为 $m + \frac{m'}{3}$ 。

(2) 证明: 此系统的角频率应为 $\left[\frac{k}{m + m'/3} \right]^{1/2}$ 。

草 纸

(草纸内不得答题)

证 (1) 设弹簧某时刻长度为 L 。则距离其固定端为 l , 质量为 $dm' = m' dl/L$ 一段的动能为 $\frac{1}{2} dm' v_l^2 = \frac{1}{2} \left(\frac{l}{L}\right)^2 dm' = \frac{m' v^2}{2L^3} l^2 dl$ 。整个弹簧的动能为

$$E'_k = \int_0^L \frac{m' v^2}{2L^3} l^2 dl = \frac{1}{6} m' v^2$$

整个弹簧振子的动能为

$$E_k = \frac{1}{2} \left(m + \frac{m'}{3}\right) v^2$$

和 E_k 的定义式对比, 可得有效质量为 $(m + m'/3)$ 。

(2) 弹簧振子的总能量为

$$E = E_k + E_p = \frac{1}{2} \left(m + \frac{m'}{3}\right) v^2 + \frac{1}{2} kx^2 = \text{常量}$$

此式对 x 求导, 可得

$$\left(m + \frac{m'}{3}\right) v \frac{dv}{dx} = \left(m + \frac{m'}{3}\right) \frac{dv}{dt} = \left(m + \frac{m'}{3}\right) a = -kx$$

由此得此系统的角频率为

$$\omega = \left[\frac{k}{m + m'/3}\right]^{1/2}$$

三、计算题 (共 45 分)

得分	签字
----	----

13. (本题 10 分)

一个小球和轻弹簧组成的系统, 按 $x = 0.05 \cos(8\pi t + \pi/3)$ 的规律振动。

- 求振动的角频率、周期、振幅、初相、最大速度及最大加速度;
- 求 $t=1s, 2s, 10s$ 等时刻的相;
- 分别画出位移、速度、加速度与时间的关系曲线。

解 (1) 与简谐运动的标准表示式 $x = A \cos(\omega t + \varphi)$ 比较即可得

$$\omega = 8\pi = 25.1 \text{ s}^{-1}$$

$$T = 2\pi/\omega = 0.25 \text{ s}$$

$$A = 0.05 \text{ m}$$

$$\varphi = \pi/3$$

$$v_m = \omega A = 8\pi \times 0.05 = 1.26 \text{ m/s}$$

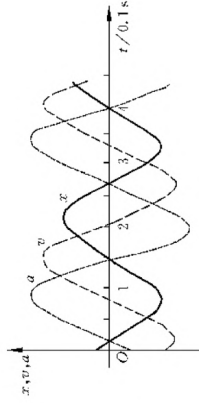
$$a_m = \omega^2 A = (8\pi)^2 \times 0.05 = 31.6 \text{ m/s}^2$$

$$(2) \varphi_1 = \omega t_1 + \varphi = 8\pi \times 1 + \pi/3 = 25\pi/3$$

$$\varphi_2 = \omega t_2 + \varphi = 8\pi \times 2 + \pi/3 = 49\pi/3$$

$$\varphi_3 = \omega t_3 + \varphi = 8\pi \times 10 + \pi/3 = 241\pi/3$$

(3)



草 纸

(草纸内不得答题)

得分	签字
----	----

14. (本题 8 分)

将一劲度系数为 k 的轻质弹簧上端固定悬挂起来，下端挂一质量为 m 的小球，平衡时弹簧伸长为 b 。试写出以此平衡位置为原点的小球的动力学方程，从而证明小球将作简谐运动并求出其振动周期。若它的振幅为 A ，它的总能量是否还是 $(1/2) * kA^2$? (总能量包括小球的动能和重力势能以及弹性势能，两种势能均取平衡位置为势能零点。)

解 由平衡条件 $mg = kb$, 可得 $k = mg/b$ 。

以平衡位置为原点, 竖直向下为 x 轴正向, 列出小球的动力学方程为

$$mg - k(x + b) = m \frac{d^2 x}{dt^2}$$

将 $mg = kb$ 代入, 可得

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} = -kx$$

由此可知小球以所选原点为中心作简谐运动, 其周期为 $T = 2\pi\sqrt{m/k}$, 与水平弹簧振子周期相同。

以所选原点作为弹性势能零点, 则弹簧的弹性势能为

$$E_{p,e} = \frac{1}{2} k(x + b)^2 - \frac{1}{2} kb^2 = \frac{1}{2} kx^2 + kbx$$

小球的重力势能为

$$E_{p,g} = -mgx$$

弹簧振子的总能量为

$$E = E_k + E_p = E_k + E_{p,e} + E_{p,g} = \frac{1}{2} mv^2 + \frac{1}{2} kx^2 + (kb - mg)x$$

利用平衡条件, 则有

$$E = \frac{1}{2} mv^2 + \frac{1}{2} kx^2$$

当 $x = A$ 时, $v = 0$ 。由此上式给出

$$E = \frac{1}{2} kA^2$$

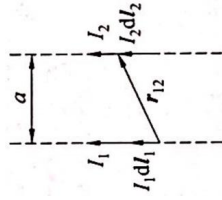
即具有和水平弹簧振子相同的能量形式。

得分	签字
----	----

15. (本题 8 分)

如图所示, 相距为 a , 通电流为 I_1 和 I_2 的两根无限长平行载流直导线。

- (1) 写出电流元 $I_1 dl_1$ 对电流元 $I_2 dl_2$ 的作用力的数学表达式;
- (2) 推出载流导线单位长度上所受力的公式。



草 纸

(草纸内不得答题)

得分	签字
----	----

16. (本题 5 分)

一无限大均匀带电厚壁，壁厚为 D ，体电荷密度为 ρ ，求其电场分布并画出 $E-d$ 曲线。 d 为垂直于壁面的坐标，原点在厚壁的中心。

解：根据电荷分布对壁的平分面的对称性，可知电场分布也具有这种对称性。由此可选平分面与壁的平分面重合的立方盒子为高斯面，如下图所示。高斯定理给出

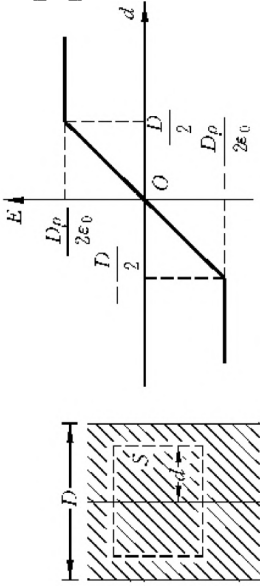
当 $d < D/2$ 时，

$$q_{in} = 2dS\rho, \quad E = \frac{d\rho}{\epsilon_0}$$

当 $d > D/2$ 时，

$$q_{in} = DS\rho, \quad E = \frac{D\rho}{2\epsilon_0}$$

$$E \cdot 2S = q_{in}/\epsilon_0$$



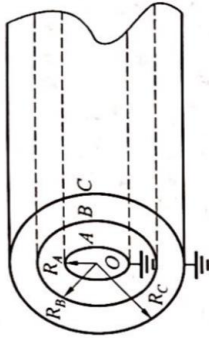
草 纸

(草纸内不得答题)

得分	签字
----	----

17. (本题 6 分)

如图所示，三个无限长的同轴导体圆柱面 A、B 和 C，半径分别为 R_A 、 R_B 、 R_C 。圆柱面 B 上带电荷，A 和 C 都接地，求 B 的内表面上电荷线密度 λ_1 和外表面上电荷线密度 λ_2 之比。



得分	签字
----	----

18. (本题 8 分)

螺绕环中心周长 $l = 10\text{cm}$ ，环上均匀密绕线圈 $N = 200$ 匝，线圈中通有电流 $I = 0.1\text{A}$ 。管内充满相对磁导率 $\mu_r = 4200$ 的磁介质，求管内磁场强度和磁感强度的大小。

四、理论设计、解释题 (共 10 分)

得分	签字
----	----

19. (本题 7 分)

假设地面附近磁场均匀, 地球磁场的磁感应强度大小约为 $B = 50 \mu T$, 请设计方案测出其方向和大小, 并说明测量原理。

得分	签字
----	----

20. (本题 3 分)

在有北风的情况下, 站在南方的人听到在北方的警笛发出的声音和无风的情况下听到的有何不同? 你能解释一下原因吗?

答 在警笛是静止的情况, 北风只是改变了声波相对于地面的传播速度。对于站在南方的人来说, 他听到的警笛的声音的频率并无改变。这是因为, 以 u 和 u' 分别表示声波在静止的空气中的声速和北风相对于地面的速度, 则在有北风的情况下, 相对于地面的声速为 $(u+u')$, 这时由警笛发出向南的声音的波长为 $\lambda' = (u+u')T$, T 为警笛声音的周期。南方的人 1 周期内接收到的声波波列的长度为 $(u+u')$ 。这样, 他 1 周期内接收到的波数就是 $(u+u')/\lambda' = 1/T = \nu$, 这就是他接收到的声波的频率, 也是警笛发射声波的频率。在没有风的情况下人接收到的频率也是这个频率。

微信公众号: 哈工大网盘计划

1. 项目初衷

鉴于 (1) 哈工大各类 QQ 群内学习资料多且繁杂, 而文件文字太多会导致文件被屏蔽或者降低 QQ 群信用等级; (2) 校内诚信复印和纸张记忆垄断; (3) 很多高销资料且售价很高; (4) 学长学姐的自编材料很好, 还想分享给下一届; 等问题, 网盘计划应运而生! 哈尔滨工业大学网盘计划旨在将**窝工**的各类**学习资料**进行**归类整理**, 并且以**网盘的形式**发出来, 历时三年, 现已大成, 自费扫描了上百价校内复印店试题文档和各类电子教材实验报告等, 归类整理了 50 多个 G 的学习资料无偿分享给大

QQ支付

推荐使用微信支付



2. 网盘计划进度 (密码 1920)

网盘计划全文



微信公众号二维码



哈工大PPT模板 (密码1920)



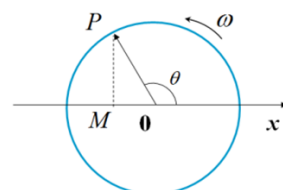
腾讯自动屏蔽以上链接, 请浏览器扫一扫

(关注公众号回复课程名称即可获取全部资源!!!)

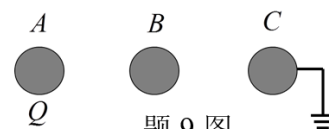
哈工大 2020 春季学期大学物理 B 期末试题

一. 填空题 (共 30 分)

- (本题 2 分) 对于质点系的动量、动能、角动量三个物理量, 内力可以改变的是系统的_____。
- (本题 3 分) 理想流体流经同一水平管道不同半径的截面处, 保持不变的是_____ (压强, 流速, 流量)。
- (本题 2 分) 保守力的特点是_____。保守力的功与势能的关系式为_____。
- (本题 2 分) 假设太阳质量 M , 地球质量 m , 日心到地心距离 R , 引力常数为 G , 则地球绕太阳做圆周运动时, 相对太阳的角动量大小为_____。
- (本题 4 分) 已知 S' 系相对于 S 系以 $-0.80c$ 的速度沿 x 方向运动, 以两坐标原点相重合时为计时零点。现在 S' 系中有一闪光装置, 位于 $x' = 10.0\text{km}$, $y' = 2.5\text{km}$, $z' = 1.6\text{km}$ 处, 在 $t' = 4.5 \times 10^{-5}\text{s}$ 时发出闪光。求此闪光事件在 S 系的时空坐标为_____。
- (本题 5 分) 一个静质量为 m_0 电子以 $\frac{4}{5}c$ 的速率运动, 它的总能量为_____; 此电子经典力学的动能和相对论力学的动能比值为_____。
- (本题 3 分) 某简谐振动所对应的旋转矢量如题 7 图所示, $t=2\text{s}$ 时旋转矢量 OP 与 x 轴正方向夹角为 $\theta=2\pi/3$, 已知该简谐振动的振幅为 A , 角频率为 π 。请写出该简谐振动的解析表达式 $\mathbf{x}(t) =$ _____。
- (本题 2 分) 真空中, 无限大均匀带电平面上的电荷面密度为 σ_1 , 则其附近电场强度的大小为_____, 静电平衡时导体表面电荷面密度为 σ_2 , 则其表面外附近电场强度大小为_____。
- (本题 2 分) 三个导体球位置如题 9 图所示, 其中导体球 A 带正电荷, 导体球 B 不带电, 导体球 C 接地, 则三个导体电势 U_A , U_B 和 U_C 的大小关系为_____。
- (本题 2 分) 一磁铁插入一闭合金属环中, 一次迅速插入, 一次缓慢插入, 两次产生的磁通量的改变量_____, 感应电动势_____ (填“相等”或“不相等”)。
- (本题 3 分) 一个平行板电容器, 充电后与电源断开, 当用绝缘手柄将电容器两极板间距离拉大, 则两极板间的电势差 U _____, 电场强度的大小 E _____, 电场能量 W _____ (填“增加”, “不变”, “减小”)。



题 7 图



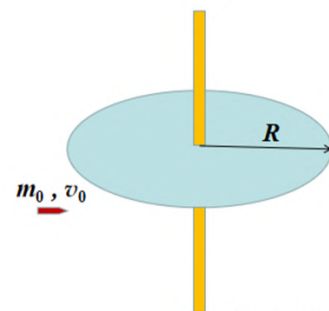
题 9 图

二. 理论推导题 (共 8 分)

- (本题 8 分) 试推导质点的动能定理, 即 $A_{\text{合}} = \frac{1}{2}mv_b^2 - \frac{1}{2}mv_a^2$, (其中 \vec{v}_b 为末态速度, \vec{v}_a 为初态速度)。

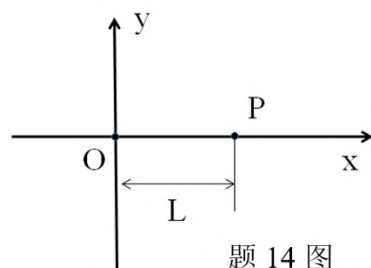
三. 计算题 (共 53 分)

13. (本题 13 分) 如题 13 图所示, 一个匀质圆盘, 质量为 m , 半径为 R , 可绕过其圆心且垂直于盘面的轴转动, 不计轴承处摩擦。若圆盘转动起来, 空气对圆盘表面单位面积的摩擦力正比于该处的线速度 $F_f = kv$, k 为常数。开始时, 圆盘静止, 一颗质量为 m_0



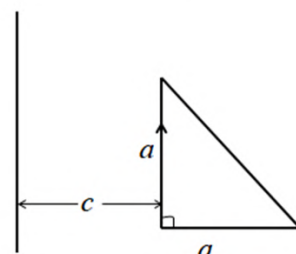
题 13 图

的子弹以水平速度 v_0 垂直于圆盘半径射入圆盘边缘并嵌在其中, 求 (1) 子弹射入盘后, 盘获得的角速度的大小; (2) 圆盘转动起来所受的空气阻力矩的大小; (3) 求出 ω 关于时间 t 的表达式; (4) 圆盘在停止前转过的角度。(忽略子弹质量造成的空气阻力矩)



题 14 图

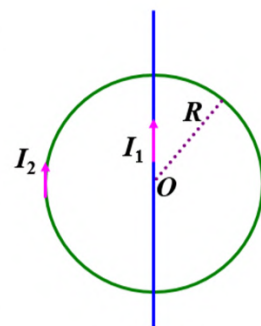
14. (本题 12 分) 沿弦线 Ox 轴方向传播的一平面简谐波在固定端点 $x=L$ 处 (如题 14 图 P 处) 发生反射, 假设反射波无能量损失, 且反射波的表达式为 $y_2 = A\cos\left(\omega t + \frac{2\pi x}{\lambda}\right)$, 在入射波与反射波叠加区域形成驻波。求驻波表达式和驻波波腹坐标。



题 15 图

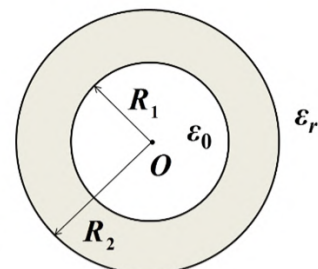
15. (本题 8 分) 长直导线与等腰直角三角形线圈共面放置, 两直角边长度为 a , 线圈的一直角边与长直导线平行, 它到直导线的距离为 c . 三角形线圈中通有电流 $I = I_0 \cos \omega t$, 电流流向如题 15 图所示, 求长直导线中的感应电动势。

16. (本题 8 分) 如题 16 图所示, 全空间均匀分布相对磁导率为 μ_r 的磁介质, 无限长直线电流 I_1 通过均匀环形电流 I_2 的圆心, 两个电流在同一平面内, 求 I_2 受到 I_1 的磁场力, 并给出合力方向。



题 16 图

17. (本题 12 分) 如题 17 图, 一个内外半径分别为 R_1 和 R_2 的均匀带电球壳, 其电荷体密度为 ρ , 球壳外均匀充满各向同性的相对介电常数为 ϵ_r 的电介质中, 求: (1) 球壳内外电场强度分布; (2) 球壳外任意一点的电势。



题 17 图

四. 设计与应用题

18. (本题 9 分) 假设现有一个已知 N、S 极的条形磁铁, 一些轻质细绳, 和连接在某一回路中的通电导线, 导线足够长, 其中通有某一方向的直流电。请利用电磁学相关知识设计一种判断导线中电流方向的方法。要求

- (1) 画出所涉及的实验原理简图;
- (2) 描述测量原理和步骤;
- (3) 若导线中电流强度增大, 将会对实验现象产生什么影响?

1. 动能

2. 流量

3. 做功大小只与始末位置有关, 与路径无关

$$W_{力} = -\Delta E_{能}$$

4. $m\sqrt{GM/R}$

5. $(-1.3 \times 10^4 \text{ km}, 2.5 \text{ km}, 16 \text{ km}, 1.2 \times 10^4 \text{ s})$

6. $\frac{5}{3} m_0 c^2 - \frac{12}{25}$

7. $A \cos(\pi t + \frac{2}{3}\pi)$

8. $\frac{\sigma_1}{2\epsilon_0} \quad \frac{\sigma_2}{\epsilon_0}$

9. $U_A > U_B > U_C$

10. 相等 不相等

11. 增加 不变 增加

12. 做功: $\int_0^x \vec{F}_{合} \cdot d\vec{x}$

合力

$$= \int_0^x m \vec{a} \cdot d\vec{x}$$

$$= \int_0^x m \frac{dv}{dt} dx$$

$$= \int_a^b m v dv$$

$$= \frac{1}{2} m v_b^2 - \frac{1}{2} m v_a^2$$

得证

13. (1) $\frac{m_0 v_0 R}{m_0 R^2 + \frac{1}{2} m R^2} = \frac{2 m_0 v_0}{2 m_0 R + m R}$

(2) $\frac{4 R^2 \pi K m_0 v_0}{3(2 m_0 + m)}$

(3) $\frac{2 m_0 v_0}{2 m_0 R + m R} \cdot e^{\frac{-4 \pi K R t}{3(2 m_0 + m)}}$

(4) $\frac{3 m_0 v_0}{2 \pi K R^2}$

$$\Phi = \int_c^{c+a} \frac{\mu_0 I}{2\pi r} (c+a-r) dr$$

$$= \frac{\mu_0 I (c+a)}{2\pi} \ln \frac{c+a}{c} - \frac{\mu_0 I a}{2\pi}$$

$$M = \frac{\Phi}{I} = \frac{\mu_0 I (c+a)}{2\pi} \ln \frac{c+a}{c} - \frac{\mu_0 I a}{2\pi}$$

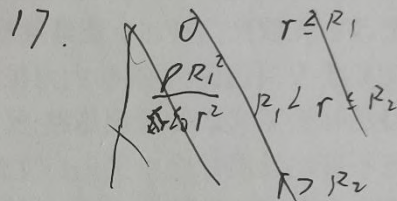
$$\mathcal{E} = -M \frac{dI}{dt} = \left(\frac{\mu_0 I (c+a)}{2\pi} \ln \frac{c+a}{c} - \frac{\mu_0 I a}{2\pi} \right) \frac{dI}{dt}$$

14. $2A \cos(\omega t + \frac{2\pi L}{\lambda} - \frac{\pi}{2}) (\frac{2\pi x}{\lambda} + \frac{\pi}{2} - \frac{2\pi L}{\lambda})$

波腹: $x = (-\frac{1}{2} + n) \frac{\lambda}{2} + L \quad n = (0, 1, 2, \dots)$

15. $\frac{\mu_0 \mu_0 I_0}{4\pi} \ln \frac{a+c}{c} - \sin \omega t$

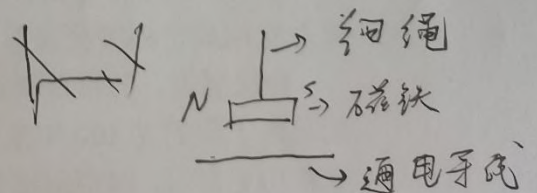
16. $\mu_0 \mu_0 I_1 I_2$ x 轴垂直方向



$$\begin{cases} 0, & r \leq R_1 \\ \rho \frac{r^3 - R_1^3}{3\epsilon_0 r^2}, & R_1 < r \leq R_2 \\ \rho \frac{R_2^3 - R_1^3}{3\epsilon_0 r^2}, & r > R_2 \end{cases}$$

电荷: $\frac{\rho (R_2^3 - R_1^3)}{3 R_2 \epsilon_0 \epsilon_r}$

18.



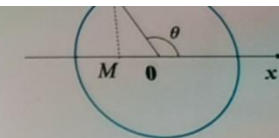
~~N 极向纸外~~
N 极向纸外转 电流向右
内 左

影响: 现象加快

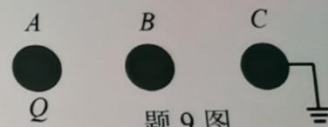
角频率为 π 。请写出该简谐振动的解析表达式 $x(t) = A \cos(\pi t - \frac{4}{3}\pi)$

8. (本题 2 分) 真空中, 无限大均匀带电平面上的电荷面密度为 σ_1 , 则其附近电场强度的大小为 $\frac{\sigma_1}{2\epsilon_0}$, 静电平衡时导体表面电荷面密度为 σ_2 , 则其表面外附近电场强度大小为 $\frac{\sigma_2}{\epsilon_0}$ 。

9. (本题 2 分) 三个导体球位置如题 9 图所示, 其中导体球 A 带正电荷, 导体球 B 不带电, 导体球 C 接地, 则三个导体电势 U_A, U_B 和 U_C 的大小关系为 $U_A > U_B > U_C$ 。



题 7 图



题 9 图

10. (本题 2 分) 一磁铁插入一闭合金属环中, 一次迅速插入, 一次缓慢插入, 两次产生的磁通量的改变量 相等, 感应电动势 不相等 (填“相等”或“不相等”)。

11. (本题 3 分) 一个平行板电容器, 充电后与电源断开, 当用绝缘手柄将电容器两极板间距离拉大, 则两极板间的电势差 U 增加, 电场强度的大小 E 不变, 电场能量 W 增加 (填“增加”, “不变”, “减小”)。

16.

$$B(x, y) = -\frac{\mu_0}{2\pi r} I_2$$

$$B \cdot 2\pi r = \mu_0 I_2$$

$$B(x, y) = -\frac{\mu_0 I_2}{2\pi r}$$

$$F = \vec{B} \times \vec{I}$$

$$B(\rho, \theta) = -\frac{\mu_0 I_2}{2\pi r \cos \theta}$$

$$\int_0^{2\pi} -\frac{\mu_0 I_2}{2\pi r \cos \theta} I_2 R d\theta$$

$$= -\frac{\mu_0 I_2 I_2 R}{2\pi r} \int_0^{2\pi} \frac{1}{\cos \theta} d\theta (\sin \theta)$$

$$\int_0^{2\pi} \frac{1}{1 + \sin \theta} - \frac{1}{\sin \theta - 1}$$

$$\frac{1}{2} [\ln(1 + \sin \theta) - \ln | \dots]$$

$$= \frac{1}{2} \ln \frac{\sin \theta + 1}{\sin \theta - 1}$$

$$= \frac{1}{2} \ln \frac{\frac{A}{\sin \frac{\theta}{2}} + 1}{\frac{A}{\sin \frac{\theta}{2}} - 1}$$

$$= \frac{1}{2} \ln \frac{B \sin \frac{\theta}{2} + 1}{B \sin \frac{\theta}{2} - 1}$$

$$\frac{(A+1)(B-1)}{(A-1)(B+1)} = \frac{AB-1-A+B}{AB-1+A-B}$$

15. 互感系数: $M = \frac{\Phi}{I}$

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I$$

$$B \cdot 2\pi r = \mu_0 I$$

$$\Phi = \int_C^{C+a} \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \cdot (a+C-r) \cdot dr$$

$$\frac{\mu_0 I}{2\pi} \cdot \frac{(a+C)-r}{r}$$

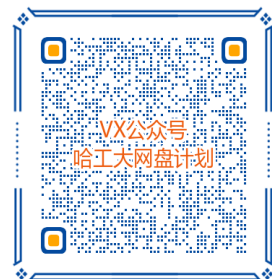
$$= \left[\frac{\mu_0 I}{2\pi} \left(\frac{a+C}{r} - 1 \right) \right]$$

$$\Phi = \int_C^{C+a} \left[\frac{\mu_0 I}{2\pi} \left(\frac{a+C}{r} - 1 \right) \right] dr$$

$$\Phi = \left[(a+C) \ln r - r \right] \Big|_C^{C+a}$$

$$= \frac{\Phi}{I} = \frac{\mu_0}{2\pi} \left[(a+C) \ln(c+a) - (C+a) - (a+C) \ln c \right]$$

$$M = \frac{\mu_0}{2\pi} \left[(a+C) \ln \left(1 + \frac{a}{c} \right) - a \right]$$

$$\mathcal{E}_o = M \frac{dI}{dt} = -\omega I_o \sin \omega t \cdot M$$


20级大物II期末试卷回忆版

本试卷由Sora(syf)与糖矿(wzk)共同回忆整理完成。

由于人的记忆力是有极限的，所以我不做人啦本试卷将尽可能采用等价表述。

若发现试题有误请在[仓库](#)开 issue 或者私聊Sora或糖矿。

选择

由于不记得部分错误选项，所以大多数题改成填空的形式。

1

有两个力作用于一个有固定转轴的刚体上，下列说法正确的有() (多选)

1. 两个力平行于转轴时，它们对轴的合力矩一定为0.
2. 两个力垂直于转轴时，它们对轴的合力矩可能为0.
3. 两个力合力为0时，它们对轴的合力矩一定为0.
4. 两个力对轴的合力矩为0时，它们的合力一定为0.

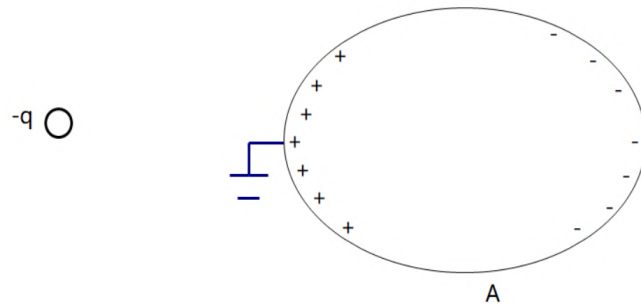
2

一个质量均匀的圆盘可以绕过圆心的轴自由转动，一人站在转盘边缘，圆盘质量为 M ，半径为 R ，人的质量为 m 。初始时转盘与人均静止，某一时间此人突然开始绕轴沿逆时针方向做圆周运动，相对地面的速度大小为 v 。此时圆盘角速度为()，方向为**(顺时针/逆时针)** (二选一)方向。

3

夫琅禾费单缝衍射。参数为：波长 $\lambda = 600 \text{ nm}$ ，缝宽 $d = 0.3 \text{ mm}$ ，主极大上下两个二级暗纹间距为 $\Delta x = 2 \text{ mm}$ ，求凸透镜的焦距 $f = ()$ 。

4



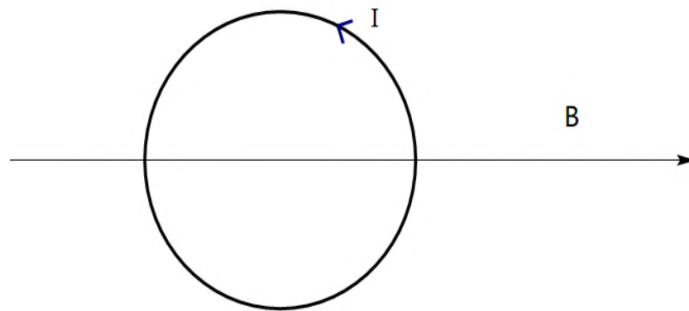
一带负电的点电荷靠近一电中性的导体A后，导体的两侧带上不同电荷。此时将导体A靠近点电荷的一端接地，导体上的电荷产生什么变化？（ ）

- A.负电荷流入大地
- B.正电荷流入大地
- C.两种电荷均流入大地
- D.不变

5

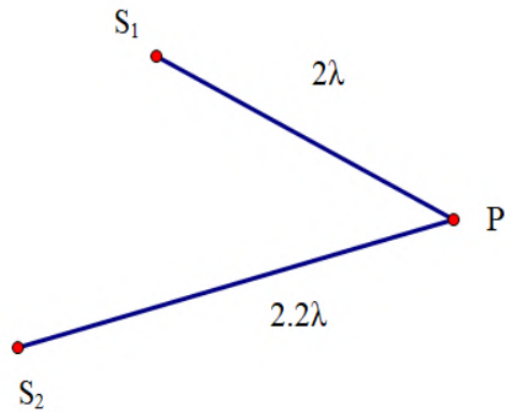
杨氏双缝干涉，若要使条纹间距增大，可以：（ ）(填具体操作方法)

6



如图，一环形导线通有电流 I ，方向沿逆时针方向，空间存在匀强磁场 B ，方向水平向右。问：导线受到的安培力力矩方向为：（ ）

7



两个波源 S_1, S_2 发出的平面简谐波在 P 处干涉相消。 S_1 在波源处的振动方程为 $y_1 = A \cos(2\pi t + \frac{\pi}{2})$ ，问： S_2 波源处的振动方程为： ()

8

一束光强为 I_0 的自然光通过两个偏振后光强为 0。若在这两个偏振片中间再放置一偏振片，光通过这三个偏振片后光强的最大值为： ()

9

在相对论的时空观中，下列选项正确的是： ()

- A. 在 S 系下同时发生的两个事件在 S' 系下一定同时发生。
- B. 在 S 系下同地发生的两个事件在 S' 系下一定同地发生。
- C. 在 S 系下同时同地发生的两个事件在 S' 系下一定同时同地发生。

10

分别用频率为 ν 的光照射 1, 2 两金属，发生光电效应。测得遏止电压 $U_{c1} > U_{c2}$ ，问两金属的红限频率关系为： ()

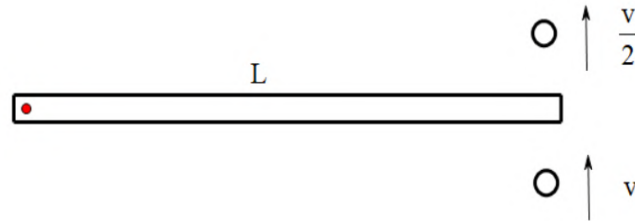
- A. $\nu_1 > \nu_2$
- B. $\nu_1 = \nu_2$
- C. $\nu_1 < \nu_2$
- D. 光强关系未知，无法判断。

填空

1

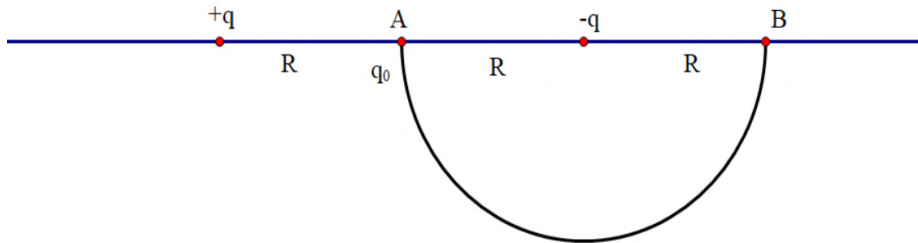
一个圆盘绕过圆心的轴转动，角速度关于时间的函数为 $\omega = 2t^2 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$ ，圆盘半径为0.5 m，圆盘边缘一点的加速度大小为()。

2



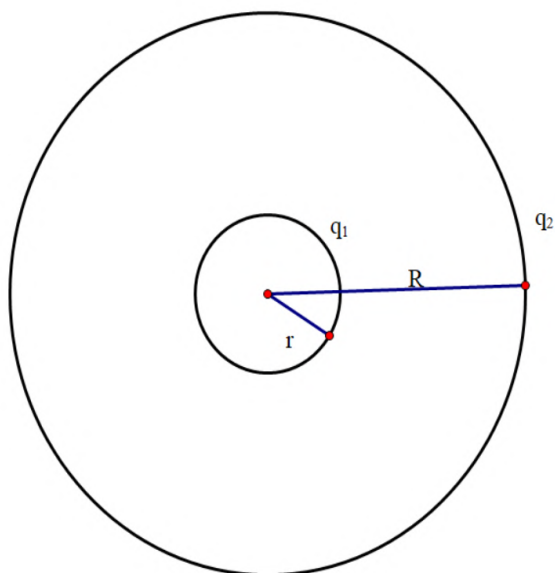
水平面上有一匀质细杆，长度为 L ，质量为 M ，可绕其一端的转轴自由转动。其另一端有一子弹以初速度 v 垂直射向端点处，穿过细杆后速度变为 $\frac{v}{2}$ ，子弹穿过细杆后细杆的角速度大小为()。

3



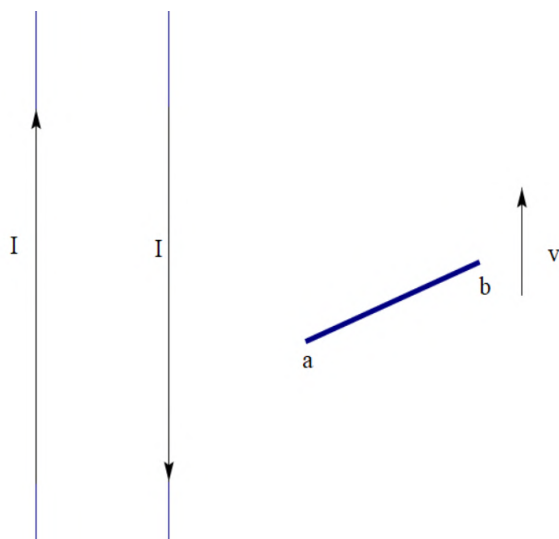
真空中有两点电荷，带电量分别为 $+q$ ， $-q$ ，距离为 $2R$ 。如图所示，若将一试探电荷 q_0 沿圆周从A点移动到B点，电场力做功为()。

4



真空中有两个同心导体球壳，如图所示。 $r = 5 \text{ cm}$ ， $R = 20 \text{ cm}$ ， $q_1 = 3 \times 10^{-8} \text{ C}$ ， $q_2 = -6 \times 10^{-8} \text{ C}$ ，取无穷远处为零电势，空间中除无穷远外另一零电势面的球面半径为()。

5



如图，两平行导线分别通有等大反向的电流 I ，一金属杆 ab 的运动如图所示，金属杆电势较高的一端是()。

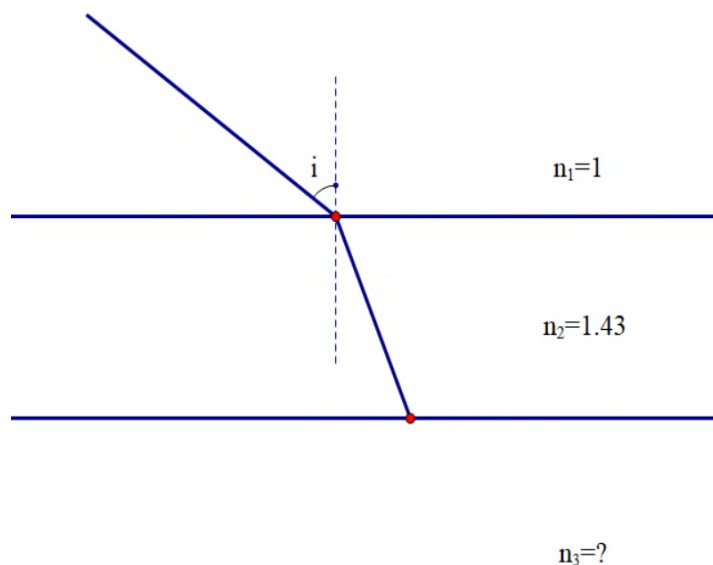
6

一平面简谐波波源处振动方程为 $6 \times 10^{-2} \cos \frac{\pi}{5}t$ ，波速为 2 m/s ，距波源 6 m 的点 P 与波源的相位差为()。

7

牛顿环。某一级明环的直径为3 mm，该环外第五个明环直径为4.6 mm，透镜曲率半径为1.03 m，问光的波长为()。

8



如图，一束光线在两个交界面分别发生折射与反射，已知所有反射光都为完全偏振光，则 $n_3 = ()$ 。

9

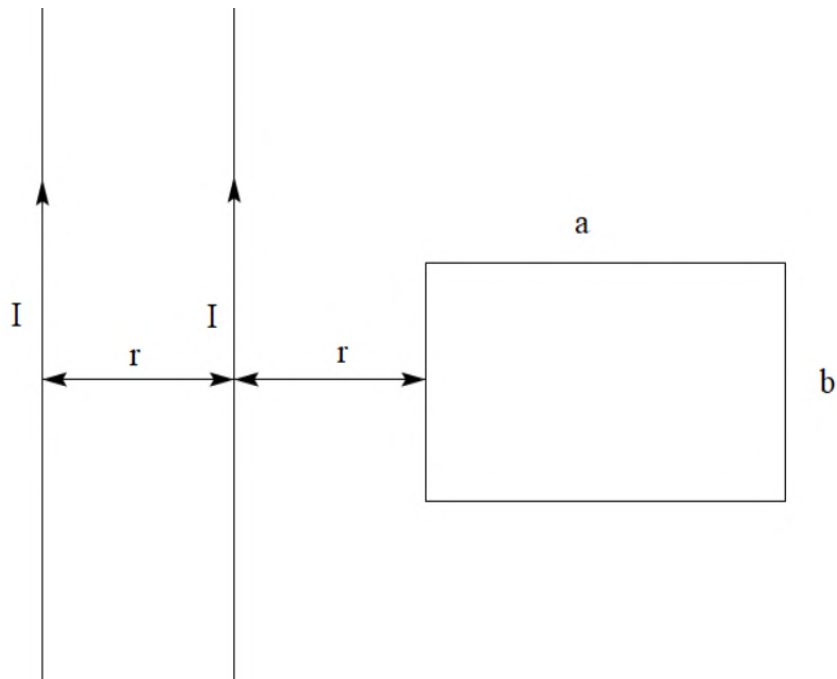
一个密度为 ρ_0 的匀质物块相对地面以速度 u 运动，其密度为()。

10

一个电荷量为 $2e$ 的 α 粒子在大小为 B 的匀强磁场中做半径为 R 的匀速圆周运动，其德布罗意波的波长为()。

解答题

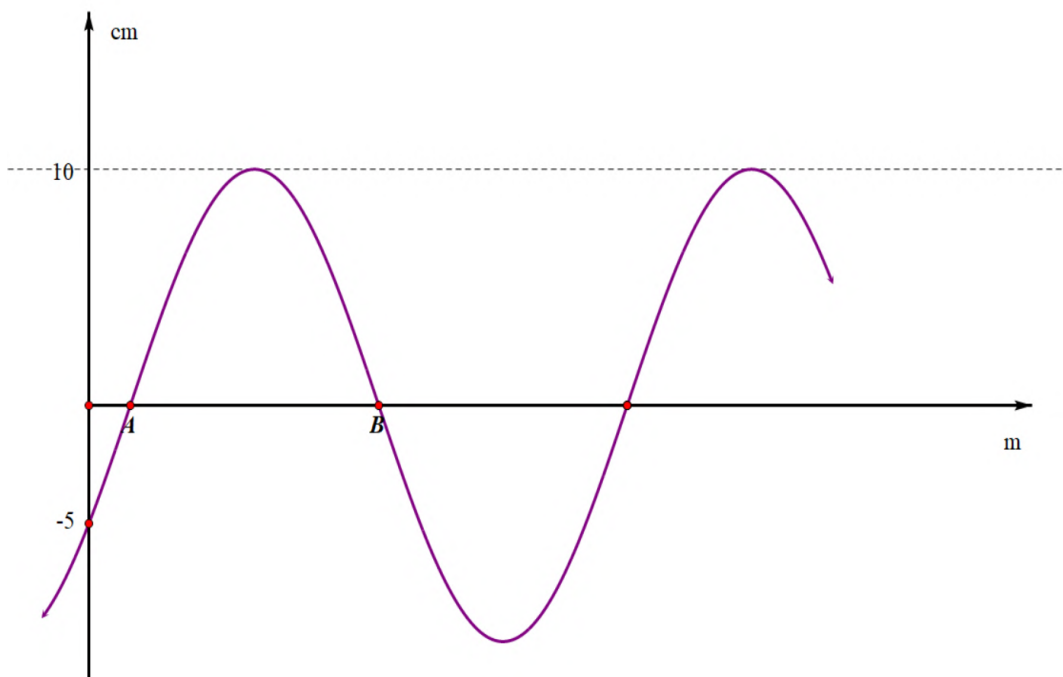
1



如图所示，两平行指导线距离为 r ，通有同向电流 $I = I_0 \sin \omega t$ 。一矩形导体框在两导线右侧，距离最近的导线距离亦为 r ，与导线平行的边长为 a ，垂直的边长为 b 。

- (1)导体框的磁通量。
- (2)导体框产生的电动势。

2



一列平面简谐波在 $t = \frac{1}{3}$ s时的波形如图所示， A, B 两点的距离为0.2 m。该波的频率为0.5 Hz。

- (1)原点处振动方程。
- (2)波函数。
- (3) B 点振动方程。
- (4) B 点的横坐标。

3

两束光波长分别为500 nm, 700 nm, 分别通过光栅, 在 $\varphi = 30^\circ$ 处衍射光相重合。(1)光栅常数的最小值。(2)按第一问求得的光栅常数, 当入射光波长为700 nm时, 光栅的缝宽为1750 nm, 在光屏上能观察到的主极大的级次有哪些。

4

康普顿散射。分别用波长为400nm的可见光与波长为0.04 nm的X射线。

- (1)在散射角为 90° 处观察散射光的波长相对变化量(即 $\frac{\Delta\lambda_1}{\lambda_1}$ 与 $\frac{\Delta\lambda_2}{\lambda_2}$)。
- (2)估算两次散射电子获得的动能比值。
- (3)为了观察到更明显的散射现象, 应选用那种光。并求在该光下散射光波长相对变化量的最大值。

物理量请自行查表。

20级大物II期末试卷答案

本答案由Sora(syf)与糖矿(wzk)共同回忆整理完成。

若发现答案有误请在[仓库](#)开 issue 或者私聊Sora或糖矿。

选择

1

选择：1和2。

2

原题答案： $\frac{mR^2}{J}\left(\frac{v}{R}\right)$ ，顺时针。

填空题表述为等价形式即可。

3

25 cm。

4

选A。

5

原选择题正确答案为：减小两狭缝间距离。

结合条纹间距公式 $\Delta x = \frac{D}{d}\lambda$ 可自己写出其他答案。

6

纸片内竖直向上。

提示：利用通电导线框的磁矩。

7

原选择题正确答案为： $y_2 = A \cos(2\pi t - 0.1\pi)$

有群友提醒原题选项可能系数为 $2A$ ，可作参考。

8

$$\frac{I_0}{8}$$

提示：原偏振片起偏方向相互垂直，新插入偏振片方向与两者分别呈 45° 。

9

选C。

10

选C。

填空

一定要注意单位和细节，糖矿的血泪教训

1

$$2\sqrt{2} \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

2

$$\frac{3mv}{2ML}$$

3

$$\frac{qq_0}{6\pi\epsilon_0 R}$$

4

$10cm$

5

b 端

6

0.6π

7

$590nm$

8

1

9

$$\frac{\rho_0}{1 - \frac{u^2}{c^2}}$$

注：本题严谨表述为，地面观测者测得的密度，试题里保留了原卷的表述。

10

$$\frac{h}{2eBR}$$

解答题

1

(1) 以垂直纸面向里为正方向, 有 $\Phi = \frac{\mu_0 I_0 b}{2\pi} \ln \frac{(r+a)(2r+a)}{2r^2} \sin \omega t$;

(2) 以顺时针为正方向, 有 $\mathcal{E} = -\frac{\mu_0 I_0 b}{2\pi} \omega \ln \frac{(r+a)(2r+a)}{2r^2} \cos \omega t$;

2

(1) $y = 0.1 \cos(\pi t + \frac{\pi}{3})$;

(2) $y = 0.1 \cos(\pi t - 5\pi x + \frac{\pi}{3})$;

(3) $y = 0.1 \cos(\pi t - \frac{5}{6}\pi)$;

(4) $x_B = 0.233$;

3

“衍射光相重合 😊”——李老师。

其实就是亮纹重合。考场上糖矿没看懂, 写了暗纹重合的完全不同的情况, 没有扣分, 提示大家看不懂时在试卷上写清所有内容。

(1) 7000 nm;

(2) 0, $\pm 1, \pm 2, \pm 3, \pm 5, \pm 6, \pm 7, \pm 9$ 级;

4

(1) 6.066×10^{-6} 和 6.066×10^{-2} (两者比值为 10^{-4});

(2) $E_k = \frac{hc\Delta\lambda}{\lambda(\lambda + \Delta\lambda)}$, 因此比值约为 $\frac{\lambda_2^2}{\lambda_1^2} = 10^{-8}$;

(3) 应选用 X 射线, 此时在 180° 方向观察有最大波长相对变化量 0.1213.

本次考试总结与21届考试的一点小道消息

本次考试中, 完美覆盖了所有知识点, 包括力热光电原原原原原~~~。

按老师的说法, 减少力学题的比重是为了告诉我们, 需要更新高中的物理知识, 接受新的物理😏, 于是在本试题中, 波动光学、相对论、量子力学占了相当比例, 电磁学又高强度涉及新概念如电势, 以及高斯定理、安培环路等电磁学定律。

试卷难度上, 偏简单, 据自救群抽样调查(其实就是看群友吐槽), 题目的难度主要在于“**概念都不知道**”, “**公式都背不住**”, “**题都看不懂**”。

于是在挂科率感人的同时, 成绩又呈现递增的直方图。某不方便透露姓名的老师: “大家都没怎么来上课, 结果却考得不错, 说明试卷的难度还有很大的提升空间。”

据称, 下一届难度在本次试卷基础上提升难度。

主管
领导
审核
签字

题号	一 (填空)	13	14	15	16	17	18	19	三	总分
得分										
阅卷人										

一、填空题 (共 40 分)

1. (本题 3 分) 如图, 滑轮、绳子质量及运动中的摩擦阻力都忽略不计, 物体 A 的质量 m_1 大于物体 B 的质量 m_2 . 在 A、B 运动过程中弹簧秤 S 的读数是 $\frac{4m_1m_2}{m_1+m_2}g$.

2. (本题 2 分)

物体在黏性流体中运动, 将受到几个力的作用, 包括浮力、 和 .

3. (本题 3 分)

一导体球外充满相对介电常量为 ϵ_r 的均匀电介质, 若测得导体表面附近场强为 E, 则导体球面上的自由电荷面密度为 . $\epsilon_0 \epsilon_r E$

4. (本题 3 分)

如图所示, 长度为 l 的直导线 ab 在均匀磁场 \vec{B} 中以速度 \vec{v} 移动, 直导线 ab 中的电动势为 $\epsilon =$ 0 .

5. (本题 3 分)

一质点作简谐振动, 速度最大值 $v_m = 8$ m/s, 振幅 $A = 4$ m. 若令速度具有正最大值的那一时刻为 $t = 0$, 则振动表

6. (本题 3 分)

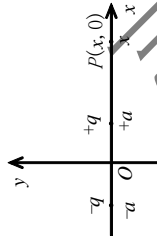
一个半径为 R 质量为 m 的匀质薄圆盘, 如图所示在其内部挖去一半径为 R/2 的圆孔, 则剩余部分的质心到原盘的圆心距离 $xc =$ R/6 .

草 纸

(草纸内不得答题)

7. (本题 3 分)

如图所示, 在坐标(a, 0)处放置一点电荷+q, 在坐标(-a, 0)处放置另一点电荷-q. P点是x轴上的一点, 坐标为(x, 0). 当 $x \gg a$ 时, 该点电势近似等于_____



$$\frac{qa}{2\pi\epsilon_0 x^2}$$

8. (本题 3 分)

用细导线均匀密绕成长为 l 、半径为 a ($l \gg a$)、总匝数为 N 的长直螺线管。管内充满相对磁导率为 μr 的均匀磁介质。若线圈中载有稳恒电流 I , 则管中任意一点的磁感强度大小 $B = \mu_0 \mu_r NI / l$

9. (本题 3 分)

已知一平行板电容器, 极板面积为 S , 两板间隔为 d , 其中充满空气。当两极板上加电压 U 时, 忽略边缘效应, 两极板间的相互作用力 $F = \frac{1}{2} \epsilon_0 S U^2 / d^2$

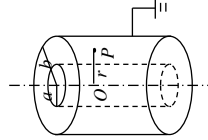
10. (本题 3 分)

点电荷 Q 被曲面 S 所包围, 从无穷远处引入另一点电荷 q 至曲面外一点, 如图所示, 则引入前后: 曲面 S 的电场强度通量_____, 曲面上各点场强_____。(填不变/改变)



11. (本题 4 分)

一长直导线横截面半径为 a , 导线外同轴地套一半径为 b 的薄圆筒, 两者之间充满相对介电常数为 ϵ_r 电介质, 并且外筒接地, 如图所示。被导线单位长度的电荷为 $+\lambda$, 并设地的电势为零, 则两导体之间的 P 点($OP = r$)的场强大小为_____, 电势为_____。



$$E = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0\epsilon_r r}, \quad U = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0\epsilon_r} \ln \frac{b}{r}$$

12. (本题 3 分)

一体积为 V_0 、质量为 m_0 的立方体沿其一棱的方向相对于观察者 X 以速度 v 运动, 求: 观察者 X 测得其密度是_____

$$\frac{m_0}{V_0(1-\frac{v^2}{c^2})}$$

13. (本题 4 分)

玻印廷矢量的物理意义是_____, 其定义式为_____。

13. 电磁场的能流密度矢量, $\vec{S} = \vec{E} \times \vec{H}$

草 纸

(草纸内不得答题)

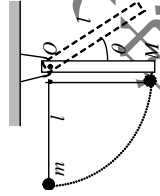
二、计算题 (共 50 分)

得分	签字
----	----

14. (本题 8 分)

长为 l 的匀质细杆, 可绕过杆的一端 O 点的水平光滑固定轴转动, 开始时静止于竖直位置。紧挨 O 点悬一单摆, 轻质摆线的长度也是 l , 摆球质量为 m 。若单摆从水平位置由静止开始自由摆下, 且摆球与细杆作完全弹性碰撞 (也即碰撞过程中系统动能守恒), 碰撞后摆球正好静止。求:

- (1) 细杆的质量。
- (2) 细杆摆起的最大角度。



解:

(1) 设摆球与细杆碰撞时速度为 v_0 , 碰后细杆角速度为 ω , 系统角动量守恒得:

$$J\omega = mv_0l \quad 2 \text{ 分}$$

由于是完全弹性碰撞, 所以单摆的动能变为细杆的转动动能

$$\frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}J\omega^2 \quad 1 \text{ 分}$$

代入 $J = \frac{1}{3}Ml^2$, 由上述两式可得 $M = 3m$ 1 分

(2) 系统机械能守恒式

$$\frac{1}{2}mv_0^2 = mgl \quad 1 \text{ 分}$$

$$\frac{1}{2}J\omega^2 = \frac{1}{2}Mg(1 - \cos\theta) \quad 2 \text{ 分}$$

并利用(1)中所求得的关系可得 $\theta = \arccos \frac{1}{3}$

另, 机械能守恒也可以用动能定理来叙述, 给分同上。

得分	签字
----	----

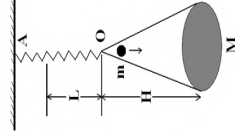
15. (本题 10 分)

如图(1)所示, 一质量为 $M=2\text{Kg}$ 的托盘通过悬绳挂在轻质弹簧下端 O 点。系统静止时, 弹簧伸长长度为 $L=20\text{cm}$ 。一泥球(质量 $m=1\text{Kg}$)从悬点 O 处自由下落到圆盘中, 下落高度为 $H=20\text{cm}$ 。碰撞后, 泥球与圆盘合二为一后一起运动, 假设碰撞过程内力远大于外力。重力加速度 $g=10\text{m/s}^2$ 。试解答以下问题:

- (1) 碰撞后瞬间, 泥球与圆盘的速度;
- (2) 弹簧的最大伸长长度。

(1) 由于初始时圆盘静止, 所以:

$$kL = Mg \dots \dots \dots (1 \text{ 分})$$



草 纸

(草纸内不得答题)

可得: $k = \frac{Mg}{L} = 100\text{N/m}$ (1分)

泥球下落到圆盘中的速度为:

$$V = \sqrt{2gH} = 2\text{m/s} \dots\dots\dots (1分)$$

在泥球与圆盘碰撞过程中可以认为系统动量守恒, 即:

$$mV = (M + m)V' \dots\dots\dots (1分)$$

从而得共同速度:

$$V' = \frac{mV}{M + m} = \frac{2}{3} \text{ m/s} \dots\dots\dots (1分)$$

(2) 在圆盘和泥球一起运动过程中, 只有弹簧弹力和重力做功, 系统机械能守恒 (1分)

当系统达到最低点时, 弹簧伸长最长。我们假设体系向下运动的最大距离为 d , 则有:

$$\frac{1}{2}(M + m)V'^2 + (M + m)gd + \frac{1}{2}kL^2 = \frac{1}{2}k(L + d)^2 \dots\dots\dots (2分)$$

解之得:

$$d = \frac{1 \pm \sqrt{\frac{7}{3}}}{10} \text{ m} \quad (\text{舍去负值, 并近似计算}) \text{ 得: } d = \frac{1 + \sqrt{\frac{7}{3}}}{10} \text{ m} \approx 25.3\text{cm} \dots\dots\dots (1分)$$

所以弹簧的最大伸长量为:

$$d + L = 30 + 10\sqrt{\frac{7}{3}} \approx 25.3 + 20 = 45.3\text{cm} \dots\dots\dots (1分)$$

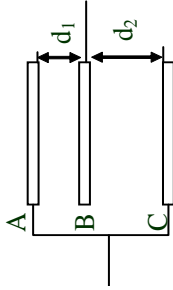
草 纸

(草纸内不得答题)

得分	签字
----	----

16. (本题 12分)

如图所示, 三块相互平行的相同规格导体板, 外面两块用导线相连, 中间一块所带电荷密度为 $1.3 \times 10^{-5} \text{C/m}^2$, 板间隙分别为 $d_1 = 3.0\text{cm}$, $d_2 = 5.0\text{cm}$, 板面积为 0.15m^2 。(忽略边界效应, $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{F/m}$)



- (1) 求每块板两个表面的面电荷密度各是多少?
- (2) 将它作为一个电容器使用其电容值是多少?

解: (1)

自上而下设各板所带面电荷密度分别为 $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3, \sigma_4, \sigma_5, \sigma_6$, 则根据静电平衡条件下各导体板内部电场为零可得

$$0 = \frac{\sigma_1}{2\epsilon_0} - \frac{\sigma_2}{2\epsilon_0} - \frac{\sigma_3}{2\epsilon_0} + \frac{\sigma_4}{2\epsilon_0} - \frac{\sigma_5}{2\epsilon_0} - \frac{\sigma_6}{2\epsilon_0} \quad 1 \text{分}$$

$$0 = \frac{\sigma_1}{2\epsilon_0} + \frac{\sigma_2}{2\epsilon_0} - \frac{\sigma_3}{2\epsilon_0} - \frac{\sigma_4}{2\epsilon_0} - \frac{\sigma_5}{2\epsilon_0} - \frac{\sigma_6}{2\epsilon_0} \quad 1 \text{分}$$

$$0 = \frac{\sigma_1}{2\epsilon_0} + \frac{\sigma_2}{2\epsilon_0} + \frac{\sigma_3}{2\epsilon_0} + \frac{\sigma_4}{2\epsilon_0} + \frac{\sigma_5}{2\epsilon_0} - \frac{\sigma_6}{2\epsilon_0} \quad 1 \text{分}$$

此三方程中任意两个可由根据高斯定理和静电平衡条件给出以下两式代替

$$0 = \sigma_4 + \sigma_5 \quad 1 \text{分}$$

$$0 = \sigma_2 + \sigma_3 \quad 1 \text{分}$$

再根据电荷守恒定律可得

$$\sigma = \sigma_3 + \sigma_4 = 1.3 \times 10^{-5} \text{ C/m}^2 \quad 1 \text{分}$$

$$0 = \sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 + \sigma_6 \quad 1 \text{分}$$

再根据导体板等电势，所以可写出电压关系如下 $U_{AB} = U_{CB}$

$$\left(\frac{\sigma_1}{2\epsilon_0} + \frac{\sigma_2}{2\epsilon_0} - \frac{\sigma_3}{2\epsilon_0} - \frac{\sigma_4}{2\epsilon_0} - \frac{\sigma_5}{2\epsilon_0} \right) d_1 = - \left(\frac{\sigma_1}{2\epsilon_0} - \frac{\sigma_2}{2\epsilon_0} + \frac{\sigma_3}{2\epsilon_0} + \frac{\sigma_4}{2\epsilon_0} + \frac{\sigma_5}{2\epsilon_0} - \frac{\sigma_6}{2\epsilon_0} \right) d_2 \quad 2 \text{分}$$

接得

$$\sigma_1 = \sigma_6 = 6.5 \times 10^{-6} \text{ C/m}^2$$

$$\sigma_2 = -\sigma_3 = -8.1 \times 10^{-6} \text{ C/m}^2$$

$$\sigma_4 = -\sigma_5 = 4.9 \times 10^{-6} \text{ C/m}^2 \quad 2 \text{分}$$

(2) 此组合电容器可以看成两个电容器的并联，根据电容并联公式

$$C = C_1 + C_2 = \frac{\epsilon_0 S}{d_1} + \frac{\epsilon_0 S}{d_2} = \frac{\epsilon_0 S (d_1 + d_2)}{d_1 d_2} \quad 2 \text{分}$$

代入可得

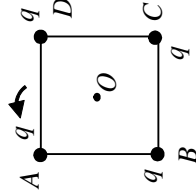
$$C = 7.08 \times 10^{-11} \text{ F} = 70.8 \text{ pF} \quad 1 \text{分}$$

得分	签字
----	----

17. (本题 10 分)

如图所示，边长为 a 的正方形的四个角上固定有四个电量均为 q 的正点电荷，其中 O 点处于正方形几何中心位置。问

- (1) 此正方形以均匀的角速度 ω 绕通过 O 点并垂直于正方形所在平面的轴沿逆时针旋转时，求其在 O 点产生的磁感强度的大小和方向
- (2) 若用一沿 CD 边放置的无限长载流直导线替代上述磁场源并使之在 O 点产生同样效



草 纸

(草纸内不得答题)

果的磁场，求出相应电流的大小和方向。

解：

(1) 电荷系旋转产生一等效圆电流，其半径为 $R = \frac{\sqrt{2}}{2}a$

其电流强度为：

$$I' = \frac{4q}{T} = \frac{4q}{2\pi/\omega} = \frac{2q\omega}{\pi} \quad 2 \text{分}$$

该等效圆电流在圆心处产生的磁场，根据毕奥-萨伐尔定律和磁场叠加原理可得

$$B = \frac{\mu_0 I'}{2R} = \frac{\mu_0 \sqrt{2}q\omega}{\pi a} \quad 2 \text{分}$$

方向垂直纸面向外。

(2) 根据对称性和安培环路定理可知无限长载流直导线的磁场分布

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$$

其中 r 为场点道电流所在直线 CD 垂直距离，按题中要求测圆心到 CD 边距离 $r=a/2$

$$B = \frac{\mu_0 I}{\pi a} \quad 2 \text{分}$$

所以根据磁场相等的要求，

$$B = \frac{\mu_0 I}{\pi a} = \frac{\mu_0 \sqrt{2}q\omega}{\pi a} \quad \text{可得}$$

$$I = \sqrt{2}q\omega$$

方向从 C 指向 D

18. (本题 4 分)

证明：当驱动力的频率等于系统的固有频率时，受迫振动的速度幅达到最大值。

得分	签字
----	----

草 纸

(草纸内不得答题)

解 由 $x = A \cos(\omega t + \varphi)$ 得

$$v = \frac{dx}{dt} = -\omega A \sin(\omega t + \varphi) = -v_{\max} \sin(\omega t + \varphi)$$

$$v_{\max} = \omega A = \frac{\omega h}{[(\omega_0 - \omega)^2 + 4\beta^2 \omega^2]^{1/2}}$$

$$\frac{dv_{\max}}{d\omega} = \frac{h}{[(\omega_0 - \omega)^2 + 4\beta^2 \omega^2]^{3/2}} \left\{ [(\omega_0 - \omega)^2 + 4\beta^2 \omega^2]^{1/2} - \frac{2\omega^2(\omega_0 - \omega)}{[(\omega_0 - \omega)^2 + 4\beta^2 \omega^2]^{3/2}} \right\}$$

$$= \frac{h}{[(\omega_0 - \omega)^2 + 4\beta^2 \omega^2]^{3/2}} \{ (\omega_0 - \omega)^2 + 2\omega^2(\omega_0 - \omega) \}$$

$$= \frac{h}{[(\omega_0 - \omega)^2 + 4\beta^2 \omega^2]^{3/2}} (\omega_0 - \omega)(\omega_0 + \omega)$$

v_{\max} 最大要求 $\frac{dv_{\max}}{d\omega} = 0$, 由此可由上式得

$$\omega = \omega_0$$

草 纸

(草纸内不得答题)

得分	签字
----	----

19. (本题 6 分)

沿绳子行进的横波波函数为 $y = 10 \cos(0.2\pi x - \pi t)$, 式中长度的单位是 cm, 时间的单位是 s. 试求: (1) 波的振幅、频率、传播速率和波长; (2) 绳上某质点的最大横向振动速率.

19. (1) $A = 10(\text{cm}) = 0.1(\text{m})$
 $\lambda = 0.1(\text{m})$
 $f = \frac{\pi}{2\pi} = 0.5(\text{Hz})$
 $T = 2(\text{s})$
 $u = \lambda f = 0.05(\text{m/s})$

(2) $v = \left| \frac{\partial y}{\partial t} \right| = 0.314(\text{m/s})$

三、理论解释题 (共 10 分)

得分	签字
----	----

20. (本题 2 分)
试阐述为什么质点系中的内力不能改变质点系的总动量。

得分	签字
----	----

21. (本题 4 分)
爱因斯坦的狭义相对论的两条基本原理的内容是：

密 (1)

(2)

得分	签字
----	----

22. (本题 4 分)
二胡调音时，要旋动上部的旋杆，演奏时手指接触弦线的不同部位，就能发出各种音调不同的声音。这都是什么缘故？

【答】拧旋杆是改变弦线中的张力，从而改变弦线中的波速使对应于弦线全长（从千斤到码子）的弦的振动频率发生改变，以确定二胡的标准基音。弦线张力固定后，手指碾压弦的不同部位，就是改变弦线上振动部分的长度，也就是改变弦线所发出的基音的频率，即发出不同音阶的声音。

微信公众号：哈工大网盘计划

1. 项目初衷

鉴于 (1) 哈工大各类 QQ 群内学习资料多且繁杂，而文件文字太多会导致文件被屏蔽或者降低 QQ 群信用等级；(2) 校内微信复印和纸张记忆差断；(3) 很多多营销号在卖资料且售价很高；(4) 学长学姐的自编材料很好，还想分享给大家；等问题，网盘计划应运而生！哈尔滨工业大学网盘计划旨在将理工的各类学习资料进行归集整理，并且以网盘的形式发出来，历时三年，现已大成，自费扫描了上百价校内复印店试题文档和各类电子教材实验报告等，归集整理了 50 多个 G 的学习资料无偿分享给大

家，如果您觉得网盘计划对您有帮助的话，可以通过以下方式进行打赏。



推荐使用微信支付



2. 网盘计划进度 (密码 1920)

网盘计划全文

微信公众号二维码

哈工大PPT模板 (密码1920)



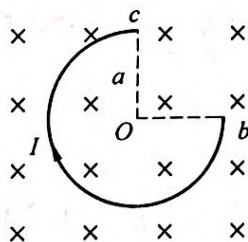
腾讯自动屏蔽以上链接，请用浏览器扫一扫

(关注公众号回复课程名称即可获得全部资源!!!)

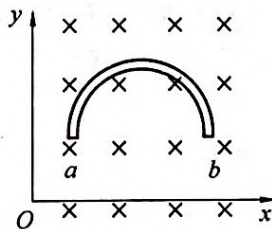
哈工大 2018 年春季学期大学物理 B 期末试题

一、填空题

- 质点沿 x 轴以原点为平衡位置做简谐振动, 角频率为 0.2 rad/s . $t=0$ 时, 位移 $x = -0.5 \text{ cm}$, 速度 $v=0$, 则振幅为 _____, 振动表达式为 _____.
- μ 子是一种不稳定的微观粒子, 在相对于其静止的参考系中测得的平均寿命为 $2.2 \times 10^{-6} \text{ s}$, 如果其相对于实验室以 $0.6c$ (c 为光速) 的速度运动, 那么在实验室系中测得 μ 子的平均寿命为 _____.
- 质子在加速器中被加速, 当其动能为静止能量的 5 倍时, 其质量是静止质量的 _____ 倍.
- 平行板电容器接上电源后, 电压保持不变. 用相对介电常数为 ϵ_r 的各向同性均匀介质充满其内, 则极板上的电荷为原来的 _____ 倍; 电容为原来的 _____ 倍.
- 一个半径为 R 的均匀带电金属球壳, 电荷量为 q . 壳内充满介电常数为 ϵ 的各向同性均匀介质, 壳外是真空. 选取无穷远处为电势零点, 则此球壳的电势为 _____.
- 一个均匀带电球面和一个均匀带电球体, 如果它们的半径相同且电量相等, 则球面的电场能 _____ (大于、小于、等于) 球体的电场能.
- 如图所示, 在真空中有一半径为 a 的 $\frac{3}{4}$ 圆弧形导线, 其中通以恒定电流 I , 导线置于均匀外磁场 B 中, 且 B 与导线所在平面垂直, 则该载流导线所受到的磁场力大小为 _____.
- 一个长直螺线管, 其单位长度上密绕有 n 匝线圈, 每匝线圈中通有强度为 I 的电流, 管内充满相对磁导率为 μ_r 的磁介质, 则管内远离端口处的磁感应强度 $B =$ _____, 磁场强度 $H =$ _____.



题 7 图



题 9 图

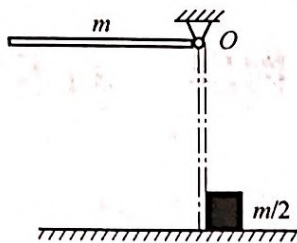
- 如图所示, 半径为 R 的半圆形金属导线 ab 位于 xOy 平面内, ab 连线与 x 轴平行. 磁感应强度大小为 B 的匀强磁场垂直于 xOy 平面. 当导线以速度 v 沿 x 轴正向运动时, 导线中的电动势大小为 _____; 当导线以速度 v 沿 y 轴正向运动时, 导线中的电动势大小为 _____.
- 坡印廷矢量的物理意义是: _____.

二、计算题

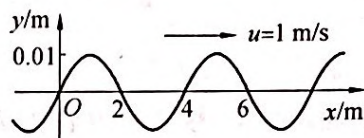
- 如图所示, 长为 L , 质量为 m 的匀质细杆, 可绕通过点 O 垂直于纸面的轴转动, 令杆自水平位置静止摆下, 在铅直位置处与质量为 $\frac{m}{2}$ 的物体发生完全非弹性碰撞后与物体粘在一

起,物体足够小,其体积可忽略,物体与水平面之间无摩擦,求此物体上升的最大高度.

12. 已知 $t = 2 \text{ s}$ 时一列简谐波的波形如图所示,求波函数及点 O 的振动方程.

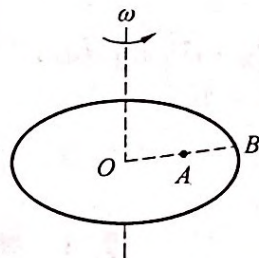


题 11 图



题 12 图

13. 如图所示,一半径为 R , 质量为 m_0 的水平圆台,以角速度 ω 绕通过其中心的竖直固定光滑轴转动. 台上距离 O 为 $\frac{R}{2}$ 的点 A 处站有一个质量为 m 的人,随着圆盘以相同的角速度相对轴转动. 当人沿半径方向由点 A 走到圆台边缘的点 B 时,求圆台此时的角速度.

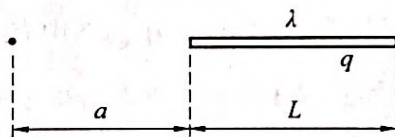


题 13 图

14. 设入射波的表达式为 $y_1 = A \cos(\omega t + \frac{2\pi x}{\lambda})$, 在 $x = 0$ 处发生反射,反射点为一固定端. 设反射时无能量损失,求:

- (1) 反射波的表达式;
- (2) 合成的驻波的表达式;
- (3) 波腹和波节的位置.

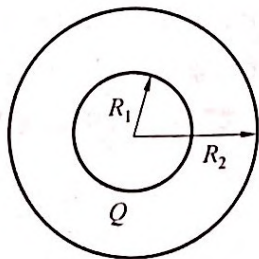
15. 如图所示,点电荷 q 与一个均匀带电细线共线. 二者都保持静止且细线上电荷分布不受点电荷影响. 细线上的电荷线密度为 λ , 长度为 L , 细线左端与点电荷的距离为 a . 试求细线所受点电荷的电场力和细线在该电场中的电势能(设无穷远处为电势能零点).



题 15 图

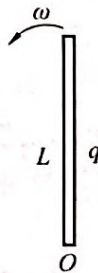
16. 球形电容器由两个同心球面构成. 相应的半径分别为 R_1, R_2 . 所带电量分别为 $+Q, -Q$, 两个球面间充满各向同性的均匀介质, 相对介电常数为 ϵ_r . 计算:

- (1) 两个球面间的电场强度分布;
- (2) 两个球面的电势差;
- (3) 电容器的电容.



题 16 图

17. 如图所示,长度为 L 的细杆上带有正电荷. 离点 O 距离 r 处的电荷线密度为 kr (k 已知). 细杆围绕端点 O 以角速度 ω 在纸面内旋转. 求点 O 处的磁感应强度.



题 17 图

18. 截面半径为 R 的无限长圆柱体导线置于磁导率为 μ 的无限大磁介质中. 沿导体的轴线

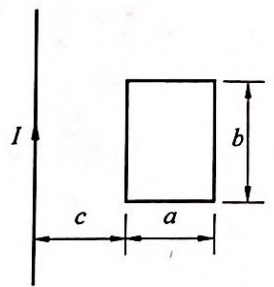
方向通有电流, 电流强度为 I 且在导线截面上均匀分布. 求导线内外的磁感应强度分布.

19. 如图所示, 边长分别为 a, b 的矩形导体回路与无限长直导线共面, 边长为 b 的边与直导线平行, 直导线中通有电流 $I = I_0 \sin(\omega t)$.

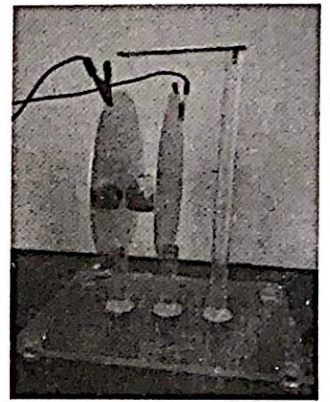
- (1) 求矩形回路中的感生电动势;
- (2) 求二者的互感系数.

三、演示实验题

20. 实验装置如图所示, 一个包有锡箔的小球悬挂在两个金属板之间. 请描述两个金属板分别连接电源正负极之后出现的实验现象, 并解释原理.



题 19 图



题 20 图

哈工大 2018 年春季学期大学物理 B 期末试题参考答案

一、填空题

1. $0.5 \text{ cm}; x = 0.5 \cos(0.2t + \pi)$

2. $2.75 \times 10^{-6} \text{ s}$

3. 6 倍

4. $\epsilon_r; \epsilon_r$

5. $\frac{q}{4\pi\epsilon_0 R}$

6. 小于

7. 3.18 T/s 或 $\frac{10}{\pi} \text{ T/s}$

8. $\mu_r \mu_0 n I; n I$

9. $0; 2BvR$

10. 电磁波的能流密度

二、计算题

11. 解: 杆自水平位置摆到铅直位置时, 设杆在铅直位置时角速度为 ω , 并以地面为势能的零点, 由机械能守恒定律可以得到

$$\frac{1}{2} J \omega^2 = \frac{1}{2} mgl$$

$$J = \frac{1}{3} ml^2$$

杆与物体发生完全非弹性碰撞时, 他们将拥有共同的角速度为 ω' , 则有

$$J\omega = \left(J + \frac{1}{2} ml^2 \right) \omega'$$

得

$$\omega' = \frac{2}{5} \sqrt{\frac{3g}{l}}$$

设物体离开地面的最大高度为 h , 则细杆质心上升的最大高度为 $\frac{1}{2}h$, 由机械能守恒定律可得

$$\frac{1}{2} \left(J + \frac{1}{2} ml^2 \right) \omega'^2 = mg \left(\frac{1}{2} h \right) + \frac{1}{2} mgh$$

得

$$h = \frac{1}{5} l$$

12. 解: 根据题意, 设波函数为 $y = A \cos(\omega t - kx + \varphi)$.

已知 $A = 0.01 \text{ m}$, $\lambda = 4 \text{ m}$, 所以 $k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{1}{2}\pi$, $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi u}{\lambda} = \frac{1}{2}\pi \text{ rad/s}$.

当 $t=2\text{ s}$ 时, $x=1\text{ m}$, $y=0.01\text{ m}$, 得 $0.01=0.01\cos\left(\pi-\frac{1}{2}\pi+\varphi\right)$, 可得 $\varphi=-\frac{1}{2}\pi$.

所以波函数为

$$y=0.01\cos\left[\frac{1}{2}\pi(t-x-1)\right] \quad (\text{SI})$$

点 O 的振动函数为

$$y_0=0.01\cos\left[\frac{1}{2}\pi(t-1)\right] \quad (\text{SI})$$

13. 解: 圆盘相对于固定轴的转动惯量为

$$J=\frac{1}{2}m_0R^2$$

人和转台构成的系统角动量守恒, 初、末状态时人的转动惯量分别为

$$J_1=\frac{1}{4}mR^2, J_2=mR^2$$

所以

$$\frac{1}{2}m_0R^2\omega+\frac{1}{4}mR^2\omega=\frac{1}{2}m_0R^2\omega'+mR^2\omega'$$

得

$$\omega'=\frac{2m_0+m}{2m_0+4m}\omega$$

14. 解: 反射端为固定端时有半波损失, 反射波的波函数为

$$y'=A\cos\left(\omega t-\frac{2\pi x}{\lambda}+\pi\right)$$

所以驻波方程为

$$y_{\text{驻}}=y+y'=2A\cos\left(\frac{2\pi x}{\lambda}-\frac{\pi}{2}\right)\cos\left(\omega t+\frac{\pi}{2}\right)$$

当 $\frac{2\pi x}{\lambda}-\frac{\pi}{2}=n\pi-\frac{\pi}{2}$ 时, 振幅为 0, 为波节位置, 可得

$$x=\frac{n\lambda}{2}, n=0, 1, 2, \dots$$

当 $\frac{2\pi x}{\lambda}-\frac{\pi}{2}=n\pi$ 时, 振幅最大, 为波腹位置, 可得

$$x=\frac{\lambda}{4}+\frac{n\lambda}{2}, n=0, 1, 2, \dots$$

15. 解: 取点 q 为坐标原点, 如图建立 x 轴, 细线上取微元 dx .

(1) 则微元受电场力大小为

$$dF=\frac{q\lambda dx}{4\pi\epsilon_0 x^2}$$



题 15 图

方向沿 x 轴正向.

所以整个细线受电场力大小为

$$\begin{aligned} F &= \int_a^{a+L} dF = \int_a^{a+L} \frac{q\lambda dx}{4\pi\epsilon_0 x^2} \\ &= \frac{q\lambda}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{a} - \frac{1}{a+L} \right) \end{aligned}$$

方向沿 x 轴正向.

(2) 微元电势能为

$$dW = \lambda \cdot dx \cdot \frac{q}{4\pi\epsilon_0 x}$$

所以整个细线的电势能为

$$\begin{aligned} W &= \int_a^{a+L} dW = \int_a^{a+L} \frac{q\lambda dx}{4\pi\epsilon_0 x} \\ &= \frac{q\lambda}{4\pi\epsilon_0} \ln \frac{a+L}{a} \end{aligned}$$

16. 解: (1) 由高斯定理 $\oiint_S \mathbf{D} \cdot d\mathbf{S} = \sum_i q_{0i}$ 和 $\mathbf{D} = \epsilon_0 \epsilon_r \mathbf{E}$, 得空间场强的分布为 $r < R_1$, $E_1 = 0$; $R_1 < r < R_2$, $E_2 = \frac{Q}{4\pi\epsilon_r\epsilon_0 r^2}$, 方向沿半径方向向外; $r > R_2$, $E_3 = 0$.

(2) 由 $\Delta U = \int_{R_1}^{R_2} \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l}$, 得两球面间的电势差为

$$\Delta U = \int_{R_1}^{R_2} E_2 \cdot d\mathbf{l} = \int_{R_1}^{R_2} \frac{Q}{4\pi\epsilon_r\epsilon_0 r^2} dr = \frac{Q}{4\pi\epsilon_r\epsilon_0} \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$$

(3) 根据 $C = \frac{Q}{\Delta U}$ 得

$$C = \frac{4\pi\epsilon_r\epsilon_0 R_1 R_2}{R_2 - R_1}$$

17. 解: 在 AO 上任取一线元 dr , 距离点 O 为 r , 带电量为 $dq = kr dr$, 则 dr 宽度内的圆电流为

$$\begin{aligned} dI &= \frac{dq\omega}{2\pi} = \frac{k\omega}{2\pi} r dr \\ dB_O &= \frac{\mu_0 dI}{2r} = \frac{k\omega\mu_0}{4\pi} dr \\ B_O &= \int dB_O = \int_0^L \frac{k\omega\mu_0}{4\pi} dr = \frac{k\omega\mu_0 L}{4\pi} \end{aligned}$$

方向垂直于纸面向外.

18. 解: 根据对称性, 取半径为 r 的圆环作为回路.

当 $r \leq R$ 时, 根据安培环路定理

$$\begin{aligned} \oint_L \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l} &= \mu_0 \sum_i I_i \\ 2\pi r B &= \mu_0 \frac{I}{\pi R^2} \pi r^2 \\ B &= \frac{\mu_0 I r}{2\pi R^2} \end{aligned}$$

当 $r > R$ 时

$$\oint_L \mathbf{H} \cdot d\mathbf{l} = 2\pi r H = I$$

得

$$H = \frac{I}{2\pi r}$$

根据 $B = \mu H$, 可得磁感应强度

$$B = \frac{\mu I}{2\pi r}$$

19. 解: (1) 在距离长直导线为 r 处取宽度为 dr 的矩形面元, 面积为 $dS = bdr$.
 r 处的磁感应强度为

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$$

通过 dS 面元的磁通量为

$$d\Phi_m = \mathbf{B} \cdot d\mathbf{S} = BdS = \frac{\mu_0 Ib}{2\pi r} dr$$

通过矩形导体回路的磁通量为

$$\begin{aligned} \Phi_m &= \int d\Phi_m = \int_c^{a+c} \frac{\mu_0 Ib}{2\pi r} dr \\ &= \frac{\mu_0 Ib}{2\pi} \ln \frac{a+c}{c} = \frac{\mu_0 I_0 b}{2\pi} \ln \frac{a+c}{c} \sin(\omega t) \end{aligned}$$

所以矩形回路中的感生电动势为

$$\begin{aligned} \epsilon &= -\frac{d\Phi_m}{dt} = -\frac{\mu_0 b}{2\pi} \ln \frac{a+c}{c} \frac{d[I_0 \sin(\omega t)]}{dt} \\ &= -\frac{\mu_0 I_0 b \omega}{2\pi} \ln \frac{a+c}{c} \cos \omega t \end{aligned}$$

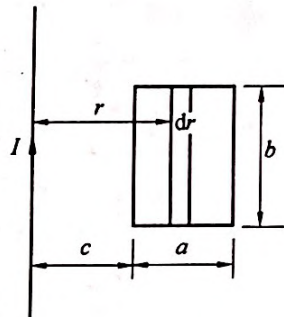
(2) 互感系数为

$$M = \frac{\Phi_m}{I} = \frac{\mu_0 b}{2\pi} \ln \frac{a+c}{c}$$

三、演示实验题

20. 答: 当通电后, 包有锡箔纸的小球会在两个平行板之间来回摆动.

原因: 当通电时, 两平行板间存在电场. 锡箔纸上出现感应电荷, 由于包有锡箔纸的小球非完全对称, 小球在静电场力的作用下运动, 当小球运动到负极板时, 锡箔纸带上负电, 在电场力的作用下向正极板运动, 当运动到正极板时, 锡箔纸又带上正电, 因此又会在电场力的作用下向负极板运动, 如此循环往复.



题 19 图

大学物理 II 期末试 题

题号	一 (填空)	13	14	15	16	17	18	19	20	总分	演示实验
得分											
阅卷人											

片纸鉴心 诚信不败

得分	签字

一、填空题 (共 40 分)

1. (本题 3 分)

站在地面上的人看到两个闪电分别同时击中一列以匀速 $v=70\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ 行使的火车前端 P 和后端 Q。车上一观察者在车上测出这列火车全长为 600m, 试问车上的观察者测得该两个闪电是 前端 P 比后端 Q 迟发生 (填: 同时发生, 前端 P 比后端 Q 迟发生, 后端 Q 比前端 P 迟发生)。

2. (本题 3 分)

在没有自由电荷与传导电流的变化电磁场中 $\oint \vec{H} \cdot d\vec{l} = \int \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} \cdot d\vec{S}$
 $\oint \vec{E} \cdot d\vec{l} = - \int \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \cdot d\vec{S}$

3. (本题 3 分)

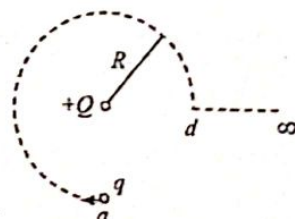
真空中一无限大均匀带电平面, 电荷面密度为 $+\sigma$, 其上挖去一个半径为 R 的圆孔。通过圆孔中心 O , 并垂直于平面的 x 轴上有一点 P , $OP=x$ 。则 P 点处的电场强度的大小为 $\frac{\sigma}{2\epsilon_0} \sqrt{4x^2 - R^2}$ 。

4. (本题 4 分)

在相对地面以速度 u 高速运行的飞船上, 沿飞船飞行的方向发射一光脉冲, 试问在飞船上测得该光脉冲的速度 C ; 在地面上测得该光脉冲的速度 C 。

5. (本题 3 分)

如图所示, 试验电荷 q , 在点电荷 $+Q$ 产生的电场中, 沿半径为 R 的 $3/4$ 圆弧轨道由 a 点移到 d 点的过程中电场力做功为 0 。从 d 点移到无穷远处的过程, 电场力做功为 Qq 。



6. (本题3分)

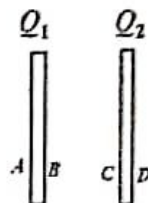
两个质点各自作简谐振动, 它们的振幅相同、周期相同。第一个质点的振动方程为 $x_1 = A\cos(\omega t + \alpha)$ 。当第一个质点从相对于其平衡位置的正位移处回到平衡位置时, 第二个质点正在最大正位移处。则第二个质点的振动方程为: _____。

7. (本题3分)

两个电容器 1 和 2, 串联后连接电动势恒定的电源充电。在和电源连接的情况下, 若把电介质充入电容器 2 中, 则电容器 1 上的电势差 _____; 电容器 1 极板上的电荷量 _____。
(填增大、减小、不变)

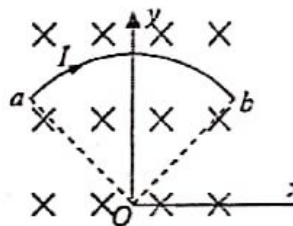
8. (本题4分)

如图, 两块极大的导体平板平行放置, 面积都是 S , 有一定厚度, 带电量分别为 Q_1 和 Q_2 , 并且 $Q_1 > Q_2 > 0$ 。如不计边缘效应, 则 A 、 B 、 C 、 D 四个表面上的电荷面密度分别为 _____, _____, _____, _____。



9. (本题4分)

如图, 一根载流导线被弯成半径为 R 的 $1/4$ 圆弧, 放在磁感强度为 B 的均匀磁场中, 则载流导线 ab 所受磁场的作用力的大小为 _____, 方向 _____。



10. (本题3分)

两个同方向, 同频率的简谐运动, 振幅均为 A , 若合成振幅也为 A , 则两分振动的初相位差为 _____。

11. (本题3分)

如果在固定端 $x=0$ 处反射的反射波方程是 $y_2 = A\cos 2\pi(\nu t - \frac{x}{\lambda})$, 设反射波无能量损失, 那么, 入射波的方程式是 _____。

12. (本题4分)

一飞轮的转动惯量为 J , 在 $t=0$ 时角速度为 ω_0 , 此后飞轮经历制动过程, 阻力矩 M 的大小与角速度 ω 的平方成正比, 比例系数 $k > 0$ 。当 $\omega = \omega_0/3$ 时, 飞轮的角加速度 $\beta =$ _____。从开始制动到 $\omega = \omega_0/3$ 所经过的时间 $t =$ _____。

二、计算题 (共 60 分)

得分	签字

13. (本题 6 分)

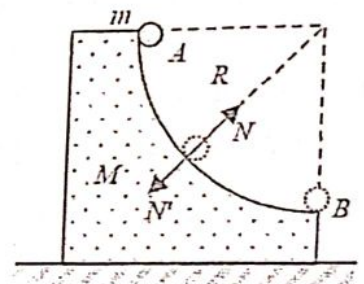
已知一静止质量为 m_0 的粒子, 其固有寿命是实验室寿命的 $1/n$. 求此粒子的动能。

密

得分	签字

14. (本题 7 分)

光滑平面上有一半径为 R 的 $1/4$ 圆弧形物块(如图), 其质量为 M , 圆弧表面光滑, 若另有一质量为 m 的滑块从其顶端 A 沿圆弧自由滑到底端 B . 求这一过程中物块的支撑力 N 对滑块所做的功?



封

得分	签字

15. (本题 7 分)

如图, 在相对介电常数为 ϵ_r 的电介质中有两块相距为 d , 面积均为 S , 带电量分别为 $+Q$ 和 $-Q$ 的平行板, 求两板间的作用力。(忽略边缘效应)



线

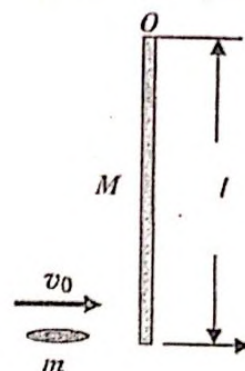
得分	签字

16. (本题 8 分)

由一根长为 l , 质量为 M 的静止的细长棒, 可绕其一端 O 在竖直面内转动。若以质量为 m , 速率 v_0 的子弹沿与棒垂直的方向射向棒的另一端。

- (1) 若子弹穿棒而过, 速度为 v , 求棒的旋转角速度;
 (2) 若子弹嵌入棒中, 求棒的最大旋转角。

软件分享群
 Q群 626678181



得分	签字

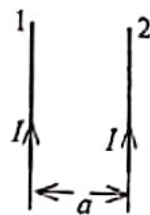
17. (本题 8 分)

沿绳子行进的横波波函数为 $y = 10 \cos(0.01\pi x - 2\pi t)$, 式中长度的单位是 cm, 时间的单位是 s。试求: (1) 波的振幅、频率、传播速率和波长; (2) 绳上某质点的最大横向振动速率。

得分	签字

18. (本题 8 分)

两条细导线, 长度都是 L , 平行齐头放置, 相距为 a , 通有同向等值电流 I . 求它们之间作用力的大小和方向. [积分公式 $\int \frac{x dx}{\sqrt{x^2 + a^2}} = \sqrt{x^2 + a^2}$]



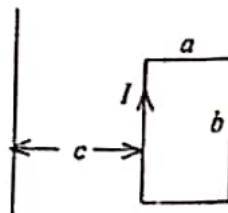
密

封

得分	签字

19. (本题 8 分)

长直导线与矩形单匝线圈共面放置, 导线与线圈的长边平行. 矩形线圈的边长分别为 a 、 b , 它到直导线的距离为 c (如图). 当矩形线圈中通有电流 $I = I_0 \sin \omega t$ 时, 求直导线中的感应电动势.



线

得分	签字

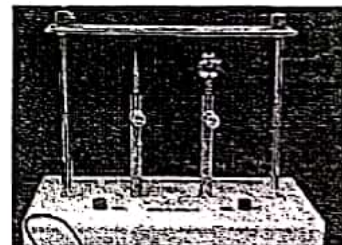
20. (本题 8 分)

一列横波在绳索上传播, 其表达式为 $y_1 = 0.05 \cos[2\pi(t/0.05 - x/4)]$ 。(1) 现有另一列振幅也是 0.05m 的横波在绳索上沿上述已知横波的反方向传播, 两波在绳索上干涉, 设这一横波在 $x=0$ 处与已知横波同位相, 写出该波的波动方程。(2) 求两列相干波在绳索上干涉加强处、干涉相消处的位置坐标。

三、演示实验附加题 (5 分)

得分	签字

实验装置如图所示, 小球端与尖端调到等高, 距离上基板小段距离, 将高压电源的两极分别与图中上下基板相连接, 请描述会出现的实验现象, 并解释原理。



学缘文化用品



哈工大 2017 年春季学期大学物理 B 期末试题参考答案

一、填空题

 1. 后端 Q 比前端 P 迟发生

2. $\iint_S \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t} \cdot d\mathbf{S}; -\iint_S \frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} \cdot d\mathbf{S}$

3. $\frac{\sigma x}{2\epsilon_0 \sqrt{R^2 + x^2}}$

 4. $c; c$

5. $0; \frac{qQ}{4\pi\epsilon_0 R}$

6. $x_2 = A\cos\left(\omega t + \alpha - \frac{\pi}{2}\right)$

7. 增大; 增大

8. $\frac{Q_1 + Q_2}{2S}, \frac{Q_1 - Q_2}{2S}, -\frac{Q_1 - Q_2}{2S}, \frac{Q_1 + Q_2}{2S}$

 9. $\sqrt{2}RIB$; 沿 y 轴正向

10. $\frac{2\pi}{3}$

11. $y_1 = A\cos\left[2\pi\left(\nu t + \frac{x}{\lambda}\right) + \pi\right]$

12. $-\frac{k\omega_0^2}{9J}; \frac{2J}{k\omega_0}$

二、计算题

 13. 解: 根据 $\Delta t = \frac{\Delta t_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ 及题意, 得到

$$\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = \frac{\Delta t_0}{\Delta t} = \frac{1}{n}$$

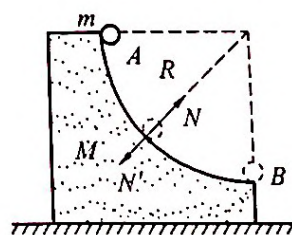
 又根据 $E_k = mc^2 - m_0c^2$, 得到

$$E_k = mc^2 - m_0c^2 = \frac{m_0c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - m_0c^2 = (n - 1)m_0c^2$$

 14. 解: 选 M, m , 地球为研究系统, 则系统机械能守恒; 选 M, m 为研究系统, 则水平方向动量守恒.

 设 m 在点 B 时, m, M 对地的速度分别为 v_1, v_2 , 且都沿水平方向, 则

$$Mv_2 - mv_1 = 0$$



题 14 图

$$\frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2}Mv_2^2 = mgR, v_2 = m\sqrt{\frac{2Rg}{M(M+m)}}$$

N' 对 M 所做的功为

$$A' = \frac{1}{2}Mv_2^2 = \frac{m^2 gR}{M+m}$$

N' 和 N 为一对力,所做的功之和为 $A + A' = 0$, 则

$$A = -A' = -\frac{1}{2}Mv_2^2 = -\frac{m^2 gR}{M+m}$$

15. 解: 其中一个带电平行板在空间所激发的电场大小为 $E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0\epsilon_r}$, 另一个带电平行板所受到的作用力, 即两板间的相互作用力为

$$f = \int_{(Q)} Edq = \int_{(Q)} \frac{\sigma}{2\epsilon_0\epsilon_r} dq = \frac{Q^2}{2\epsilon_0\epsilon_r S}$$

方向垂直于板面指向对方.

16. 解: (1) 以 m, M 为系统, 以 O 为参考点. 碰撞时刻角动量守恒

$$mlv_0 = J\omega + mlv = \frac{1}{3}Ml^2\omega + mlv$$

解得

$$\omega = \frac{3m(v_0 - v)}{Ml}$$

(2) 碰撞时刻角动量守恒

$$mlv_0 = J\omega + m\omega l^2 = \left(\frac{1}{3}M + m\right)\omega l^2$$

解得

$$\omega = \frac{3mv_0}{(M+3m)l}$$

设棒转过的角度为 θ , 棒旋转过程机械能守恒, 取棒的最低端为重力势能零点, 则

$$\frac{1}{2}J\omega^2 + \frac{1}{2}mv^2 = Mg \frac{1}{2}l(1 - \cos\theta) + mgl(1 - \cos\theta)$$

解得

$$\cos\theta = 1 - \frac{3m^2 v_0^2}{(M+3m)(M+2m)gl}$$

17. 解: 已知题给波函数为

$$y = 10\cos(0.01\pi x - 2\pi t)$$

与波函数的标准形式

$$y = A\cos\left(\omega t - \frac{2\pi x}{\lambda}\right) = A\cos\left(\frac{2\pi x}{\lambda} - \omega t\right)$$

对比, 得振幅 $A = 10$ cm, 圆频率 $\omega = 2\pi$, 频率 $\nu = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{2\pi}{2\pi} = 1$ Hz.

对比, 得 $\frac{2\pi}{\lambda} = 0.01\pi$, 所以, 波长 $\lambda = 200$ cm = 2 m.

由 $u = \lambda\nu$, 得到传播速度 $u = 2$ m/s.

(2) 绳上质点的横向振动速率为

$$v = \frac{dy}{dt} = -20\pi \sin(2\pi t - 0.01\pi x)$$

所以最大横向速率为

$$v_{\max} = 20\pi = 0.63 \text{ m/s}$$

18. 解: 导线 1 在导线 2 在某点 dy 处产生的磁感强度为

$$B_{12} = \frac{\mu_0 I}{4\pi a} (\sin \beta_2 - \sin \beta_1)$$

所以导线 2 上的电流元 $I dy$ 所受的磁力大小为

$$\begin{aligned} dF &= IB_{12} dy = \frac{\mu_0 I^2}{4\pi a} (\sin \beta_2 - \sin \beta_1) dy \\ &= \frac{\mu_0 I^2}{4\pi a} \left[\frac{L-y}{\sqrt{a^2 + (L-y)^2}} + \frac{y}{\sqrt{a^2 + y^2}} \right] dy \end{aligned}$$

整个导线上各电流元受力方向相同

$$\begin{aligned} F &= \frac{\mu_0 I^2}{4\pi a} \int_0^l \left[\frac{L-y}{\sqrt{a^2 + (L-y)^2}} + \frac{y}{\sqrt{a^2 + y^2}} \right] dy \\ &= \frac{\mu_0 I^2}{2\pi a} (\sqrt{a^2 + l^2} - a) \end{aligned}$$

方向向左. 导线 1 受力大小相同, 方向向右, 即它们互相吸引.

19. 解: 先求长直导线与矩形线圈间的互感系数 M , 若长直导线中通有电流 I_1 , 则空间的磁场分布为

$$B = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi r}$$

穿过矩形线圈的磁通量为

$$\Phi = \int \mathbf{B} \cdot d\mathbf{S} = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi} \int_c^{c+a} \frac{1}{r} b dr = \frac{\mu_0 b I_1}{2\pi} \ln \frac{c+a}{a}$$

互感系数为

$$M = \frac{\Phi}{I_1} = \frac{\mu_0 b}{2\pi} \ln \frac{c+a}{a}$$

当矩形线圈中通有变化的电流时(设顺时针方向为电流的正方向, 直导线中的感应电动势以从下向上为正), 长直导线中的感应电动势为

$$\zeta = -M \frac{dI}{dt} = -\frac{\mu_0 I_0 b \omega}{2\pi} \ln \frac{c+a}{a} \cos \omega t$$

20. 解: (1) 已知

$$y_1 = 0.05 \cos \left[2\pi \left(\frac{t}{0.05} - \frac{x}{4} \right) \right]$$

所以设另一个波为

$$y_2 = 0.05 \cos \left[2\pi \left(\frac{t}{0.05} + \frac{x}{4} \right) + \alpha \right]$$

由于 $x=0$ 处两列波同相位, 所以 $\alpha = 2k\pi$, $k=0, \pm 1, \pm 2, \dots$, 因此另一波的波动方程为

$$y_2 = 0.05 \cos \left[2\pi \left(\frac{t}{0.05} + \frac{x}{4} \right) \right]$$

(2) 两列波因相干形成驻波,其表达式为

$$y = y_1 + y_2 = 0.1 \cos\left(\frac{\pi}{2}x\right) \cos(40\pi t)$$

驻波波幅处为干涉加强点,波节处为干涉相消点.

干涉加强点

$$\pi \frac{x}{2} = \pm k\pi$$

所以 $x = \pm 2k, k = 0, 1, 2, \dots$.

干涉相消点

$$\pi \frac{x}{2} = \pm \frac{\pi}{2}(2k+1)$$

所以 $x = \pm(2k+1), k = 0, 1, 2, \dots$.

三、演示实验附加题

21. 答:将高压电源的两极分别与图中上下基板相连接,有小到大逐渐增大高压电源的电势差,尖端部分将先产生剧烈的放电现象,如果继续增大高压电源的电势差,达到一定程度小球上部才开始产生放电现象.

主管
领导
审核
签字

大学物理II 期末 试题

题号	填空	13	14	15	16	17	18	19	实验	总分
得分										
阅卷人										

注意行为规范 遵守考场纪律

得分	签字

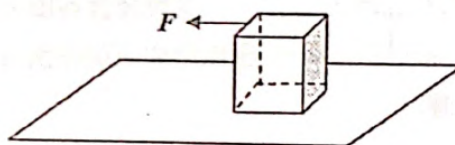
一、填空题 (共 40 分)

1. (本题 3 分)

质点在几个力作用下沿曲线 $x=t$ (SI), $y=t^2$ (SI) 运动, 其中一力为 $\vec{F}=5t\vec{i}$ (SI), 则该力在 $t=1s$ 到 $t=2s$ 时间内做功为_____。

2. (本题 3 分)

质量为 20kg、边长为 1.0m 的均匀立方体物体, 放在水平地面上。有一拉力 F 作用在该物体一顶边的中点, 且与包含该顶边的物体侧面垂直, 如图所示。地面极粗糙, 物体不可能滑动, 若要使该立方体旋转 90° , 则拉力 F 不能小于_____。



3. (本题 4 分)

一吊车底板上放一质量为 10 kg 的物体, 若吊车底板加速上行, 加速度大小为 $a=3+5t$ (SI), 则 2 秒内吊车底板给物体的冲量大小为_____; 2 秒内物体动量的增量大小 $\Delta p =$ _____。

4. (本题 3 分)

一轻绳绕在有水平轴的定滑轮上, 绳下端挂一物体。物体所受重力为 P , 滑轮的角加速度为 α 。若将物体去掉而以与 P 相等的力直接向下拉绳子, 则滑轮的角加速度 α 将_____。(填变大、变小、不变)

授课教师

姓名

学号

班号

院系

密

封

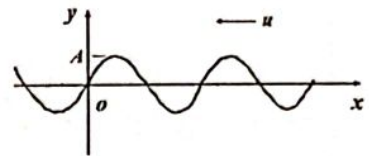
线

5. (本题3分)

真空中, 有 A、B 两导体大平板, 面积均为 S , 平行放置, A 板带电荷 $+Q_1$, B 板带电荷 $+Q_2$, 如果使 B 板接地, 则 A、B 间电场强度的大小 $E =$ _____。

6. (本题3分)

一平面简谐波, 沿 x 轴负方向传播, 圆频率为 ω , 波速为 u , 设 $t = T/4$ 时刻的波形如图所示, 则该波的表达式为_____。

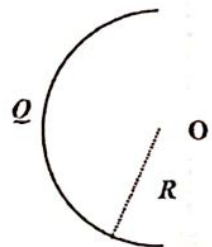


7. (本题4分)

一物体作简谐振动, 其振动方程为 $x = 0.04\cos(5\pi t/3 - \pi/2)$ (SI), (1) 此谐振动的周期 $T =$ _____; (2) 当 $t = 0.6\text{s}$ 时, 物体的速度 $v =$ _____。

8. (本题4分)

真空中有一半径为 R 的半圆细环, 均匀带电 Q , 如图所示。设无穷远处为电势零点, 则圆心 O 处的电势 $U_0 =$ _____, 若将一带电量为 q 的点电荷从无穷远处移到圆心 O 点, 则电场力做的功 $A =$ _____。



9. (本题3分)

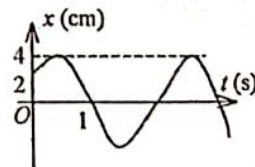
一平行板电容器的两极板都是半径为 R 的圆形导体片, 在充电时, 板间电场强度的变化率为 dE/dt , 若略去边缘效应, 则两板间的位移电流为_____。

10. (本题3分)

在截面积为 S 的圆管中, 有一列平面简谐波在传播, 其波的表达式为: $y = A\cos[\omega t - 2\pi(x/\lambda)]$, 管中波的平均能量密度是 w , 则通过截面积 S 的平均能流是_____。

11. (本题3分)

一简谐振动曲线如图所示, 则振动周期是_____。



12. (本题4分)

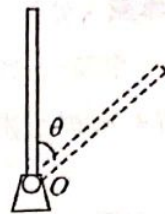
真空中一半径为 R 的均匀带电球面, 总电量为 Q ($Q > 0$)。今在球面上挖去非常小块的面积 Δs (连同电荷)且假设不影响原来的电荷分布, 则挖去 Δs 后球心处电场强度的大小 $E =$ _____, 其方向为_____。

二、计算题 (共 50 分)

得分	签字

13. (本题 7 分)

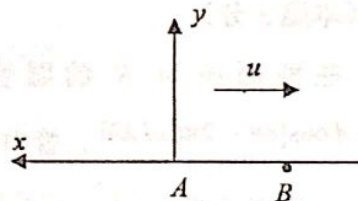
一长为 l , 质量为 m 的均质细杆竖直放置, 下端与一固定的光滑水平轴 O 连接, 杆可绕该轴自由转动, 如图所示。若杆受一微小扰动, 从静止开始转动, 试求当杆转到与竖直方向成 θ 角时的角速度和角加速度。



14. (本题 8 分)

得分	签字

一列平面简谐波自左向右传播, 途经 A 点时, A 点的振动方程为: $y = 0.03 \cos(4\pi t - \pi)$ (SI), 沿波传播方向上另一点 B , B 点距 A 点 9 米, 若波速为 $20 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, 当坐标 x 向左为正方向, 以 A 点为坐标原点时其波动方程为何? B 点的振动方程为何?



授课教师

姓名

学号

班号

院系

密

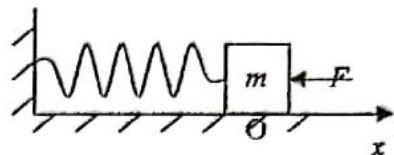
封

线

15. (本题 7 分)

得分	签字

如图,由一水平弹簧振子,弹簧的倔强系数为 $k=24\text{N/m}$,重物的质量 $m=6\text{kg}$,重物静止在平衡位置上。设以一水平恒力 $F=10\text{N}$ 向左作用于物体(不计摩擦),由平衡位置向左运动了 0.05m ,此时撤去力 F 。当重物运动到左方最远位置时开始计时,求物体的运动方程。

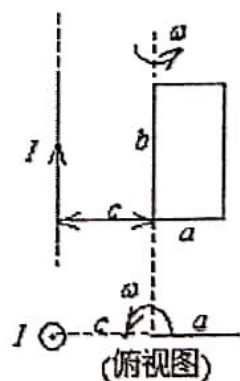


16. (本题 10 分)

得分	签字

一边长为 a 及 b 的矩形导线框,它的边长为 b 的边与一载有电流为 I 的长直导线平行,其中一条边与长直导线相距为 c , $c > a$, 如图所示。今线框以此

边为轴以角速度 ω 匀速旋转,求框中的感应电动势 \mathcal{E} 。



授课教师

姓名

学号

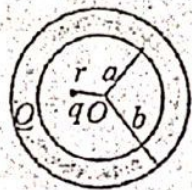
班号

院系

17. (本题 8 分)

得分	签字

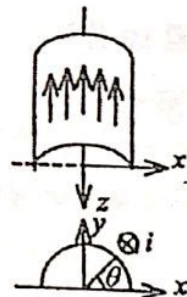
如图所示, 以内半径为 a , 外半径为 b 的金属球壳, 带有电量 Q , 在球壳空腔内距球心 r 处有一点电荷 q 。设无限远处为电势零点, 试求: (1) 球壳内外表面上的电荷; (2) 球心 O 点处, 由球壳内表面上电荷产生的电势; (3) 球心 O 点处的总电势。



18. (本题 10 分)

得分	签字

在一无限长的半圆筒形的金属薄片中, 沿轴向流有电流, 在垂直电流方向单位长度的电流为 $i = k \sin \theta$, 其中 k 为常量, θ 如图所示。求半圆轴线上的磁感应强度。



三、证明题 (共 5 分)

得分	签字

19. (本题 5 分)

真空中一简谐平面电磁波的电场强度振幅 $E_m = 1.2 \times 10^{-2} \text{V/m}$ 。根据此振幅可求得电磁波的强度为 $1.9 \times 10^{-7} \text{W/m}^2$ 。请证明之。
 ($\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{F/m}$, $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{H/m}$)

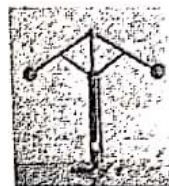
密 封 线

四、演示实验题（共5分）

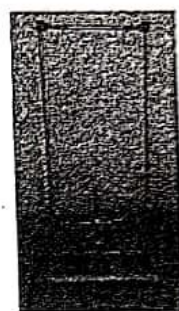
题号	1	2	3	4	签字
得分					

说明：在下列4道题中任选1道，并在所选的题号上打√。

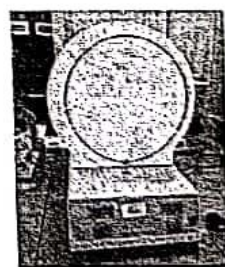
1. 实验者左手握住如图所示仪器的立柱，右手用一个适当力矩转动其中的一个转臂实现其转动。在转动过程中，可通过改变立柱中间螺栓的位置来调节转动臂和竖直方向之间的夹角。请问：螺栓相对位置发生变化时（向上运动或向下运动），转动臂的角速度如何变化？并请利用物理原理解释这一现象。



2. 麦克斯韦转轮实验（又称滚摆实验）实验者通过调节摆绳，使两根摆线平行且使摆轴水平。转动摆轴，将摆线绕在摆轴上，滚摆升高，当滚摆升高到适当高度后释放，可以看到滚摆将不断下落，但滚摆下落至最低处时，滚摆将再次上升，然后下落，并将重复多次。请利用物理原理解释这一实验现象。



3. 如图所示，将一环形弹片固定在波源上，打开波源的电源并适当增大电压使弹片发生振动，调节波源频率，在某些特定频率下，可以观察到，弹片上某些区域振动始终加强，某些区域振动始终减弱。请利用物理原理解释这一实验现象，并定性说明，弹片上波节点的个数与哪些参量有关。



4. 如图所示，将两圆形平板平行相向放置，分别连接上高压电源的正、负高压输出端，接通电源，两平板之间的金属球将做什么样的运动？请利用物理原理解释这一实验现象。



2016年春季学期大物2 参考答案

一、填空题

1、7.5 J 3分

2、98N 3分

3、356 N·s; 160 N·s 或 160kg·m·s⁻¹ 各2分

4、变大 3分

5、 $E = \frac{Q_1}{\epsilon_0 S}$ 3分

6、 $y = A \cos[\omega(t + x/u) + \pi]$ 3分

7、1.2s, -20.9cm/s 或 $-\frac{\pi}{15}$ m/s 各2分

8、 $U_o = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R}$; $A = -\frac{Qq}{4\pi\epsilon_0 R}$ 各2分

9、 $I_d = \epsilon_0 \pi R^2 \frac{dE}{dt}$ 3分

10、 $\frac{\omega\lambda}{2\pi} S_w$ 3分

11、2.40 s 3分

12、 $\frac{Q\Delta s}{16\pi^2\epsilon_0 R^4}$, 由球心指向 Δs 各2分

二、计算题

13、(本题 7 分)

解：根据刚体定轴转动定理可得 $mg \frac{l}{2} \sin \theta = J \alpha$ 1分

所以角加速度为 $\alpha = \frac{mg \frac{l}{2} \sin \theta}{J} = \frac{mg \frac{l}{2} \sin \theta}{\frac{1}{3} ml^2} = \frac{3g \sin \theta}{2l}$ 2分

又由于 $\alpha = \frac{d\omega}{dt} = \frac{d\omega}{d\theta} \frac{d\theta}{dt} = \omega \frac{d\omega}{d\theta} = \frac{3g \sin \theta}{2l}$ 2分

分离变量积分得 $\int_0^{\omega} \omega d\omega = \int_0^{\theta} \frac{3g \sin \theta}{2l} d\theta$ 1分

可的角速度 $\omega = \sqrt{\frac{3g(1-\cos\theta)}{l}}$ 1分

或

根据能量守恒求角速度

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{3} ml^2 \omega^2 = mg \frac{l}{2} (1 - \cos \theta) \quad 3分$$

可得 $\omega = \sqrt{\frac{3g(1-\cos\theta)}{l}}$ 1分

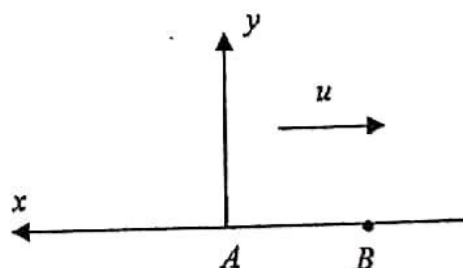
14、(本题 8 分)

解：由图知，此波是逆行波， 1分

若取 A 点为坐标原点

且 A 点的振动方程为：

$$y = 0.03 \cos(4\pi t - \pi)$$



则波动方程为：

$$y(t, x) = 0.03 \cos[4\pi(t + \frac{x}{u}) - \pi] = 0.03 \cos[4\pi(t + \frac{x}{20}) - \pi] = 0.03 \cos(4\pi t + \frac{\pi x}{5} - \pi) \quad 4分$$

$\because AB = 9m$, 即 $x = -9m$ 1分

代入波动方程中，得 B 点的振动方程

$$y_B = 0.03 \cos(4\pi t + \frac{-9\pi}{5} - \pi) = 0.03 \cos(4\pi t - \frac{14\pi}{5}) \quad 2分$$

15. (本题 7 分)

解: 设物体的运动方程为: $x=A\cos(\omega t+\varphi)$,

恒外力所做的功即为弹簧振子的能量: $F \times 0.05 = 0.5 \text{ J}$.

1 分

当物体运动到左方最远位置时, 弹簧的最大弹性势能为 0.5 J , 即:

$$\frac{1}{2}kA^2 = 0.5\text{J}, \quad \therefore A = 0.204\text{m}$$

2 分

A 即振幅。

$$\omega^2 = k/m = 4(\text{rad/s})^2 \quad \omega = 2 \text{ rad/s}$$

1 分

按题目所述时刻计时, 初相为 $\varphi = \pi$ 。

1 分

\therefore 物体运动方程为 $x = 0.204\cos(2t + \pi)$ (SI)

2 分

16. (本题 10 分)

解: 长直载流导线的磁感强度为:

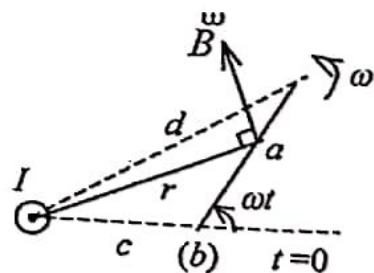
$$B = \mu_0 I / (2\pi r)$$

2 分

如图所示, 设 $t=0$ 时线圈与长直导线共面, 且活动的 b 边与长直导线相距最远, 则在时刻 t , 该边与长直导线的距离为:

$$d = \sqrt{a^2 + c^2 + 2accos\omega t}$$

3 分



线圈中的磁通量:

$$\Phi = \int_c^d \frac{\mu_0 I}{2\pi r} b dr = \frac{\mu_0 I b}{2\pi} \ln \frac{d}{c}$$

$$= \frac{\mu_0 I b}{2\pi} \ln \frac{\sqrt{a^2 + c^2 + 2accos\omega t}}{c}$$

2 分

$$\varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt} = \frac{\mu_0 I b}{2\pi} \frac{ac\omega \sin\omega t}{a^2 + c^2 + ac\cos\omega t}$$

3 分

17. (本题 8 分)

解: (1) 由静电感应, 金属球壳的内表面上有感生电荷 $-q$, 外表面上带电荷 $q+Q$. 2分

(2) 不论球壳内表面上的感生电荷是如何分布的, 因为任一电荷元离 O 点的距离都是 a , 所以由这些电荷在 O 点产生的电势为

$$U_{-q} = \frac{\int dq}{4\pi\epsilon_0 a} = \frac{-q}{4\pi\epsilon_0 a} \quad 2分$$

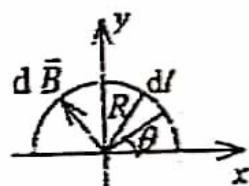
(3) 球心 O 点处的总电势为分布在球壳内外表面上的电荷和点电荷 q 在 O 点产生的电势的代数和 $U_0 = U_q + U_{-q} + U_{Q+q}$. 2分

$$= \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r} - \frac{q}{4\pi\epsilon_0 a} + \frac{Q+q}{4\pi\epsilon_0 b} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{a} + \frac{1}{b} \right) + \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 b} \quad 2分$$

18. (本题 10 分)

解: 设轴线上任意点的磁感强度为 B , 半圆筒半径为 R . 先将半圆筒面分成许多平行轴线的宽度为 dI 的无限长直导线, 其中流过的电流为

$$dI = idl = k \sin\theta \cdot dl = k \sin\theta R d\theta \quad 2分$$



它在轴线上产生的磁感强度为

$$dB = \frac{\mu_0 dI}{2\pi R}, \quad \text{方向如图.} \quad 2分$$

由对称性可知: dB 在 z 轴向的分量为 0, 在 y 轴的分量叠加中相互抵消, 只需考虑 dB 在 x 轴的分量 dB_x .

积分:

$$dB_x = dB \sin\theta = \frac{\mu_0 dI}{2\pi R} \sin\theta = \frac{\mu_0 k \sin^2\theta}{2\pi} d\theta \quad 3分$$

$$B = \int dB_x = \int_0^\pi \frac{\mu_0 k \sin^2\theta}{2\pi} d\theta$$

$$= \frac{\mu_0 k}{2\pi} \int_0^\pi \frac{1 - \cos 2\theta}{2} d\theta = \frac{\mu_0 k}{2\pi} \left[\frac{\theta}{2} - \frac{\sin 2\theta}{4} \right]_0^\pi$$

$$= \mu_0 k / 4 \quad 2分$$

\bar{B} 的方向沿 x 轴负方向. 1分

19、(本题5分)证明:

$$S = E_0 I_0 / 2,$$

1分

$$\text{又因为 } \sqrt{\epsilon_0} E_0 = \sqrt{\mu_0} H_0$$

1分

$$\therefore S = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\epsilon_0}{\mu_0}} E_0^2 = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{8.85 \times 10^{-12}}{4\pi \times 10^{-7}}} \times (1.20 \times 10^{-2})^2 = 1.9 \times 10^{-7} \text{ W/m}^2$$

3分

四、演示实验题 (共5分)

参考答案:

1. 螺栓相对位置向上运动时, 转动臂的角速度变小;
螺栓相对位置向下运动时, 转动臂的角速度变大。
根据刚体定轴转动角动量守恒。
2. 机械能守恒, 动能、势能之间相互转化。
3. 观察到弹片上某些区域振动始终加强, 某些区域振动始终减弱的现象是环形弹片上形成了驻波。
弹片上波节点的个数与环形弹片的周长有关。
4. 接通电源后, 两平板之间的金属球在两板间振动。
原因: 金属球受电场力的作用。

大学物理 II 期末 试题

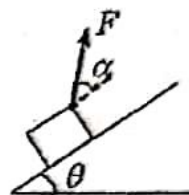
题号	一、(填空)	13	14	15	16	17	18	19	20	总分	实验题
得分											
阅卷人											

一、填空题 (共 40 分)

得分	签字

1. (本题 3 分)

如图所示, 一斜面倾角为 θ , 用与斜面成 α 角的恒力 F 将一质量为 m 的物体沿斜面拉升了高度 h , 物体与斜面间的摩擦系数为 μ .



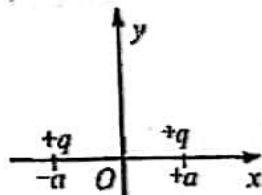
摩擦力在此过程中所作的功 $W_f =$ _____.

2. (本题 4 分)

在半径为 R 的定滑轮上跨一细绳, 绳的两端分别挂着质量为 m_1 和 m_2 的物体, 且 $m_1 > m_2$. 若滑轮的角加速度为 β , 则两侧绳中的张力分别为 $T_1 =$ _____, $T_2 =$ _____.

3. (本题 4 分)

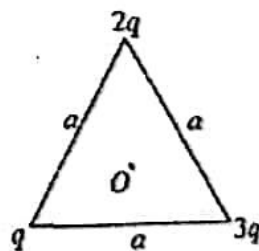
电荷均为 $+q$ 的两个点电荷分别位于 x 轴上的 $+a$ 和 $-a$ 位置, 如图所示, 则 y 轴上各点电场强度的表示式为 $\vec{E} =$ _____, 场强最大值的位置在 $y =$ _____.



4. (本题 3 分)

如图所示, 一等边三角形边长为 a , 三个顶点上分别放置着电荷为 q 、 $2q$ 、 $3q$ 的三个正点电荷, 设无穷远处为电势零点,

则三角形中心 O 处的电势 $U =$ _____.

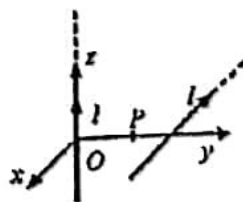


5. (本题 3 分)

一空气平行板电容器接电源后, 极板上的电荷面密度分别为 $\pm\sigma$, 在电源保持接通的情况下, 将相对介电常量为 ϵ_r 的各向同性均匀电介质充满其内. 如忽略边缘效应, 介质中的场强应为 _____.

6. (本题 3 分)

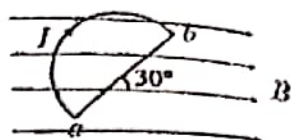
两根无限长直导线互相垂直地放着, 相距 $d = 2.0 \times 10^2$ m, 其中一根导线与 z 轴重合, 另一根导线与 x 轴平行且在 Oxy 平面内, 设两导线中皆通过 $I = 10$ A 的电流, 则在 y 轴上离两根导线等距的点 P 处的磁感强度的



大小为 $B =$ _____ . ($\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ N} \cdot \text{A}^{-2}$)

7. (本题3分)

在均匀磁场中放置一半径为 R 的半圆形导线, 电流强度为 I , 导线两端连线与磁感应强度方向成 30° 夹角, 此段圆弧电流受到的安培力的大小和方向_____。



8. (本题4分)

表达式 $\oint_L \vec{E} \cdot d\vec{l} = - \iint_S \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \cdot d\vec{S}$ 的物理意义: _____;

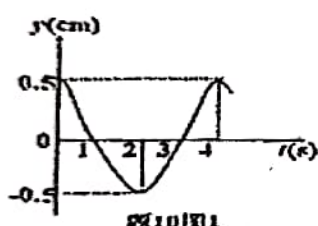
式中积分区间 L 与 S 的关系_____。

9. (本题4分)

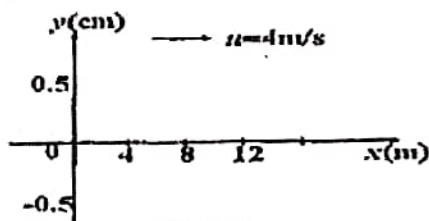
无阻尼自由简谐振动的周期和频率由_____决定, 对于给定的简谐振动系统, 其振幅、初相由_____决定。

10. (本题3分)

一平面简谐波其波源 ($x=0$ 处) 振动曲线如题10图1所示, 且波速 $u=4\text{m/s}$, 方向沿 x 轴正方向。请在题10图2中大致画出 $t=3\text{s}$ 时的波形曲线。



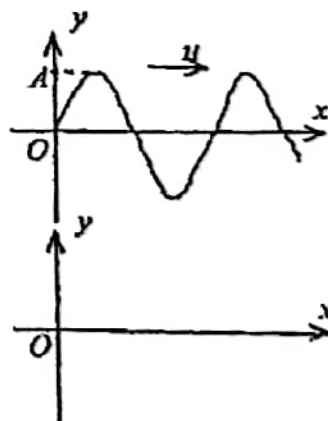
题10图1



题10图2

11. (本题3分)

一简谐波沿 Ox 轴正方向传播, 图中所示为该波 t 时刻的波形图, 欲在 Ox 轴形成驻波, 且使坐标原点 O 处出现波节, 试在另一图上画出需要叠加的另一简谐波 t 时刻的波形图。



12. (本题3分)

消防水龙头与地面成 60° 角向上喷水, 设大气压强为 10^5 Pa , 要使喷水高度达到 30 m , 水龙带中水的压强至少应为_____。(略去空气阻力, 取 $g=10 \text{ m/s}^2$, 水的密度 $\rho=1.0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$, 水龙带中水的流速与喷出的水流速度相比可视为零。)

二、计算题 (共50分)

分	签字

13. (本题5分)

一转动惯量为 J 的圆盘绕一固定轴转动, 起初角速度为 ω_0 . 设它所受阻力矩与转动角速度成正比, 即 $M=-k\omega$ (k 为正的常数), 求圆盘的角速度从 ω_0 变为 $\omega_0/2$

所需的时间。

得分	签字

14. (本题 10 分)

一半径为 R 的各向同性均匀电介质球, 其相对介电常量为 ϵ_r . 球体内均匀分布正电荷, 总电荷为 Q . 求介质球内的电场能量.

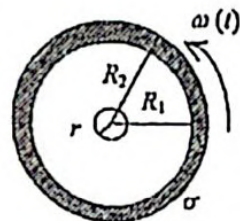
柴丁香彩院

QQ 1689929593

得分	签字

15. (本题 5 分)

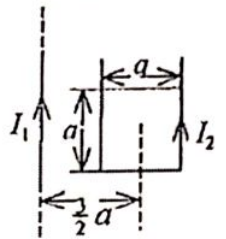
一内外半径分别为 R_1, R_2 的均匀带电平面圆环, 电荷面密度为 σ , 其中心有一半径为 r 的导体小环 ($R_1 \gg r$), 二者同心共面如图所示. 设带电圆环以变角速度 $\omega = \omega(t)$ 绕垂直于环面的中心轴旋转, 导体小环中的感应电流 i 等于多少? 方向如何 (已知小环的电阻为 R')?



得分	签字

16. (本题 10 分)

一通有电流 I_1 (方向如图) 的长直导线, 旁边有一个与它共面通有电流 I_2 (方向如图) 每边长为 a 的正方形线圈, 线圈的一对边和长直导线平行, 线圈的中心与长直导线间的距离为 $3a/2$ (如图), 在维持它们的电流不变和保证共面的条件下, 将它们的距离从 $3a/2$ 变为 $5a/2$, 求磁场对正方形线圈所做的功.

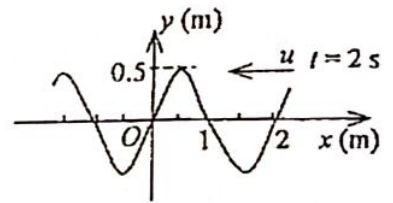


软件分享群
626648181

得分	签字

17. (本题 10 分)

沿 x 轴负方向传播的平面简谐波在 $t=2$ s 时刻的波形曲线如图所示, 设波速 $u=0.5$ m/s, 求: 原点 O 的振动方程.



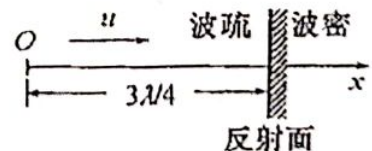
紫丁香影院

QQ 1689929593

得分	签字

18. (本题 10 分)

平面简谐波沿 x 轴正向传播, 振幅为 A , 频率为 ν , 传播速度为 u . (1) $t=0$ 时, 在原点 O 处的质元由平衡位置向 x 轴正向运动, 写出波函数; (2) 若经反射面反射的波的振幅和入射波振幅相等, 写出反射波波函数, 求在 x 轴上因两波叠加而静止的各点的位置.



三、证明题 (共 5 分)

19. (本题 5 分)

得分	签字

证明: 在恒定磁场中, 磁感应强度的方向处处相同的地方, 磁感应强度的大小必定处处相等 (或者说, 具有平行磁感应线的磁场必然是均匀分布的磁场)

校学生会

QQ 334 8756836

四、回答问题 (共 5 分)

20. (本题 5 分)

得分	签字

有人把一物体由静止开始举高 h 时, 物体获得速度 v , 在此过程中, 若人对

物体做功为 W , 则有 $W = \frac{1}{2}mv^2 + mgh$

试问这一结果正确吗? 这可以理解为“合外力对物体所作的功等于物体动能的增量与势能的增量之和”吗? 为什么?

五、演示实验附加题 (共 5 分)

题号	1	2	3	4	签字
得分					

说明: 在下列 4 道题中任选 1 道, 并在所选的题号上打√。

- 1、在茹科夫斯基凳实验中, 演示者坐在可绕竖直轴自由旋转的椅子上, 手握哑铃, 两臂平伸, 在协助者的帮助下使转椅转动起来。此时, 若演示者迅速收回双臂, 与手臂平伸时相比较, 会发现什么现象, 请解释所发生的实验现象。

网盘计划

QQ 953062322



15 春季大学物理 2 期末考试答案

1. $-\mu mgh \cot \theta + \frac{\mu F h \sin \alpha}{\sin \theta}$

2. $m_1(g - R\beta)$

$m_2(g + R\beta)$

3. $\frac{qy}{2\pi\epsilon_0(a^2 + y^2)^{3/2}} \vec{j}$, (\vec{j} 为 y 方向单位矢量)

$\pm a/\sqrt{2}$

4. $(3\sqrt{3}q)/(2\pi\epsilon_0 a)$

5. σ/ϵ_0

6. $2.82 \times 10^{-8} \text{ T}$

7. 大小: IBR

方向: 垂直纸面向里

8. 变化的磁场都能激发 (涡旋) 电场

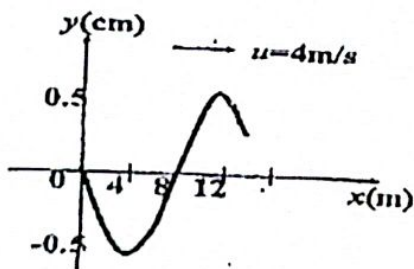
S 是以 L 为边界的面积

9. 振动系统本身性质

初始条件

10.

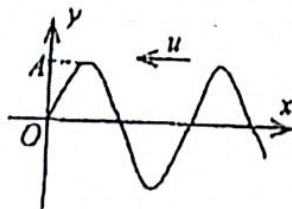
见图



3 分

11.

见图



3 分

12. $5 \times 10^5 \text{ Pa}$

学缘文化用品



3 分

大物实验群
 290028380

3 分

2 分

2 分

2 分

2 分

3 分

3 分

3 分

2 分

1 分

2 分

2 分

2 分

2 分

一区一支笔群
 731429909

13. 解: 根据转动定律:

$$Jd\omega/dt = -k\omega$$

∴

$$\frac{d\omega}{\omega} = -\frac{k}{J}dt \quad 2 \text{分}$$

两边积分:

$$\int_{\omega_0}^{\omega} \frac{1}{\omega} d\omega = -\int_0^t \frac{k}{J} dt$$

得

$$\ln 2 = kt/J$$

∴

$$t = (J \ln 2) / k \quad 3 \text{分}$$

哈工大资源共享
QQ 2842305604

14 解: 在球内任意半径 r 处作一同心高斯球面. 设该处场强为 E . 则按高斯定理有

$$4\pi r^2 E = Qr^3 / (\epsilon_0 \epsilon_r R^3)$$

得到

$$E = Qr / (4\pi \epsilon_0 \epsilon_r R^3) \quad 2 \text{分}$$

该处场能密度

$$w = \frac{1}{2} \epsilon_0 \epsilon_r E^2 = (Q^2 r^2) / (32\pi^2 \epsilon_0 \epsilon_r R^6) \quad 3 \text{分}$$

在球内任意半径 r 处作一厚 dr 的薄球壳, 其体积为

$$dV = 4\pi r^2 dr$$

其中包含电场能量

$$dW = w dV = \frac{Q^2 r^4}{8\pi \epsilon_0 \epsilon_r R^6} dr \quad 2 \text{分}$$

球内电场包含的总能量

$$W = \int dW = \int_0^R \frac{Q^2 r^4}{8\pi \epsilon_0 \epsilon_r R^6} dr = \frac{Q^2}{40\pi \epsilon_0 \epsilon_r R} \quad 3 \text{分}$$

15 解: 带电平面圆环的旋转相当于圆环中通有电流 I . 在 R_1 与 R_2 之间取半径为 R 、宽度为 dR 的环带, 环带内有电流

$$dI = \sigma R \omega(t) dR$$

1分

dI 在圆心 O 点处产生的磁场

$$dB = \frac{1}{2} \mu_0 dI / R = \frac{1}{2} \mu_0 \sigma \omega(t) dR$$

由于整个带电环面旋转, 在中心产生的磁感应强度的大小为

$$B = \frac{1}{2} \mu_0 \sigma \omega(t) (R_2 - R_1)$$

1分

选逆时针方向为小环回路的正方向, 则小环中

$$\Phi = \frac{1}{2} \mu_0 \sigma \omega(t) (R_2 - R_1) \pi r^2$$

$$\mathcal{E}_l = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{\mu_0}{2} \pi r^2 (R_2 - R_1) \sigma \frac{d\omega(t)}{dt} \quad 1 \text{分}$$

$$I = \frac{\mathcal{E}_l}{R'} = -\frac{\mu_0 \pi r^2 (R_2 - R_1) \sigma}{2R'} \frac{d\omega(t)}{dt} \quad 1 \text{分}$$

校学生会
QQ 3348756836

方向：当 $d\omega(t)/dt > 0$ 时， I 与选定的正方向相反。

当 $d\omega(t)/dt < 0$ 时， I 与选定的正方向相同。

电影社作业

QQ群 725682926 1分

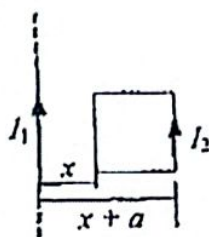
16. 解：如图示位置，线圈所受安培力的合力为

$$F = aI_2 \left[\frac{\mu_0 I_1}{2\pi x} - \frac{\mu_0 I_1}{2\pi(x+a)} \right] \quad 4分$$

方向向右，从 $x = a$ 到 $x = 2a$ 磁场所作的功为

$$A = \int_a^{2a} \frac{\mu_0 a I_1 I_2}{2\pi} \left(\frac{1}{x} - \frac{1}{x+a} \right) dx \quad 4分$$

$$= \frac{\mu_0 a I_1 I_2}{2\pi} (2\ln 2 - \ln 3) \quad 2分$$

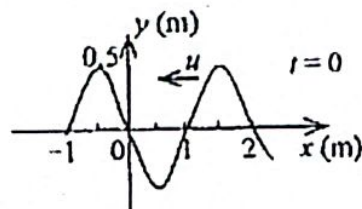


17 解：由图， $\lambda = 2\text{ m}$ ，又 $\because u = 0.5\text{ m/s}$ ， $\therefore \nu = 1/4\text{ Hz}$ ，

3分

$T = 4\text{ s}$ 。题图中 $t = 2\text{ s} = \frac{1}{2}T$ 。 $t = 0$ 时，波形比题图中的波形

倒退 $\frac{1}{2}\lambda$ ，见图。 2分



此时 O 点位移 $y_0 = 0$ (过平衡位置) 且朝 y 轴负方向运

动， $\therefore \phi = \frac{1}{2}\pi$ 2分

$$\therefore y = 0.5 \cos\left(\frac{1}{2}\pi t + \frac{1}{2}\pi\right) \quad (\text{SI}) \quad 3分$$

资源共享 QQ 110
HG DZYFXZ

18 解：(1) O 处质元的振动函数：

$$y = A \cos(2\pi\nu t - \pi/2) \quad 2分$$

所以入射波的波函数为：

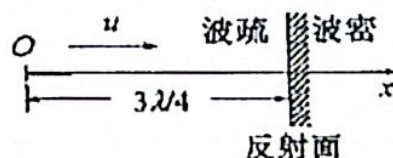
$$y(x, t) = A \cos\left(2\pi\nu t - 2\pi\frac{x}{\lambda} - \frac{\pi}{2}\right) = A \cos\left(2\pi\nu t - \frac{2\pi\nu}{u}x - \frac{\pi}{2}\right) \quad 3分$$

(2) 有半波损失，即相位突变 π ，所以反射波波函数为：

$$y'(x, t) = A \cos\left[2\pi\nu t - \frac{2\pi\nu}{u}\frac{3}{4}\lambda - \frac{\pi}{2} + \pi - \frac{2\pi\nu}{u}\left(\frac{3}{4}\lambda - x\right)\right]$$

$$= A \cos\left[2\pi\nu t + \frac{2\pi\nu}{u}x - \frac{\pi}{2}\right] \quad 3分$$

入射波和反射波叠加，此题反射点肯定是波节，另一波节与反射点相距 $\lambda/2$ ，即 $x = \lambda/4$ 处。 2分



19 答:

沿磁场方向选任意两点 a 和 b , 以 a 、 b 为中心取垂直磁场方向小面积 ΔS , 并以它们为底取高斯面, 如图。根据高斯定理:

$$\begin{aligned} \oiint_S \vec{B} \cdot d\vec{S} &= \iint_{S_a} \vec{B}_a \cdot d\vec{S} + \iint_S \vec{B} \cdot d\vec{S} + \iint_{S_b} \vec{B}_b \cdot d\vec{S} \\ &= -B_a \cdot \Delta S + B_b \cdot \Delta S = 0 \end{aligned}$$



得: $B_a = B_b$ 2分

取垂直磁场方向的选任意两点 a 和 c , 过 a 和 c 取矩形回路 L , 如图所示, Δl 为 a 或 c 附近沿磁场方向的很小线段, 矩形回路 L 长边与磁场垂直, L 正向如图所示。根据安培环路定理:

$$\oint_L \vec{B} \cdot d\vec{l} = -B_a \cdot \Delta l + B_c \cdot \Delta l = 0$$

软件分享群
626648181

得: $B_a = B_c$ 2分

所以得到 $B_a = B_b = B_c$, 证明了具有平行磁感线的磁场中, 各处磁感应强度大小都相等。 1分

20 答: 人将质量为 m 的物体举高 h , 并使物体获得速度 v , 在这过程中人对物体作的功 W 确为 $W = \frac{1}{2}mv^2 + mgh$ 2分

但 W 并不是合外力所作的功。因为物体所受的力除了人的作用力 F 外, 还有重力 $P = mg$, 根据动能定理, 合外力所作的功等于物体动能的增量, 则可写为

$$Fh - mgh = \frac{1}{2}mv^2$$

即 $(F - P)h = \frac{1}{2}mv^2 + 0$ 1分

所以 $W = Fh = \frac{1}{2}mv^2 + mgh$ 2分

W 是人 对物体所作的功, 而不是物体所受合外力所作的功。

二中物理 Q 群
731429909

大学物理 II 期末 试题

题号	一(填空)	12	13	14	15	16	17	18	19	总分	实验题
得分											
签字											

一、填空题 (共 40 分)

得分	签字

1. (本题 4 分)

反映电磁场基本性质和规律的积分形式的麦克斯韦

方程组为 $\oint_S \vec{D} \cdot d\vec{S} = \int_V \rho dV$, ①

$$\oint_L \vec{E} \cdot d\vec{l} = - \int_S \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \cdot d\vec{S}, \quad \text{②}$$

$$\oint_S \vec{B} \cdot d\vec{S} = 0, \quad \text{③}$$

$$\oint_L \vec{H} \cdot d\vec{l} = \int_S (\vec{J} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t}) \cdot d\vec{S}. \quad \text{④}$$

试判断下列结论是包含于或等效于哪一个麦克斯韦方程式的。将你确定的方程式用代号填在相应结论后的空白处。

- (1) 变化的磁场一定伴随有电场; _____
- (2) 磁感线是无头无尾的; _____
- (3) 电荷总伴随有电场. _____

2. (本题 5 分)

一物块悬挂在弹簧下方作简谐振动; 当这物块的位移等于振幅的一半时, 其动能是总能量的 _____; (设平衡位置处势能为零). 当这物块在平衡位置时, 弹簧的长度比原长长 Δl , 这一振动系统的周期为 _____; 此系统的振动势能与弹性势能之比 _____ (填 > 1 , < 1 , $= 1$).

姓名

学号

班号

主管
领导
审核
签字

密

封

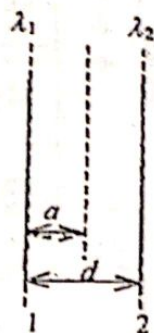
线

3. (本题 3 分)

已知地球质量为 M , 半径为 R . 一质量为 m 的火箭从地面上升到距地面高度为 $2R$ 处. 在此过程中, 地球引力对火箭作的功为_____.

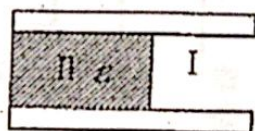
4. (本题 3 分)

两根相互平行的“无限长”均匀带正电直线 1、2, 相距为 d , 其电荷线密度分别为 λ_1 和 λ_2 如图所示, 则场强等于零的点与直线 1 的距离 a 为_____.



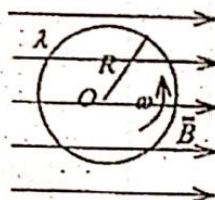
5. (本题 5 分)

一平行板电容器充电后, 将其中一半空间充以各向同性、均匀电介质, 如图所示. 则图中 I、II 两部份的电场强度_____; 两部份的电位移矢量_____; 两部份所对应的极板上的自由电荷面密度_____. (填相等、不相等).



6. (本题 3 分)

如图所示, 均匀磁场中放一均匀带正电荷的圆环, 其线电荷密度为 λ , 圆环可绕通过环心 O 与环面垂直的转轴旋转, 此转轴与磁场垂直, 当圆环以角速度 ω 转动时, 圆环受到的磁力矩为_____, 其方向_____.



7. (本题 4 分)

长直电缆由一个圆柱导体和一共轴圆筒状导体组成, 两导体中有等值反向均匀电流 I 通过, 其间充满磁导率为 μ 的均匀磁介质. 介质中离中心轴距离为 r 的某点处的磁场强度的大小 $H =$ _____, 磁感强度的大小 $B =$ _____.

8. (本题 3 分)

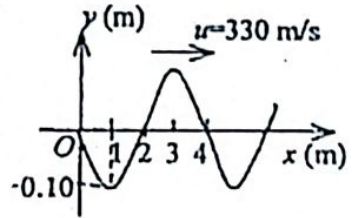
坡印廷矢量 \vec{S} 的物理意义是: _____
 _____; 其定义式为 _____.

9. (本题4分)

由于地球的平均气温升高, 造成两极冰山融化, 海平面上升, 此项效应会引起地球自转的转动惯量_____ 地球自转动能_____。
(仅填写: 变大, 变小, 或不变)

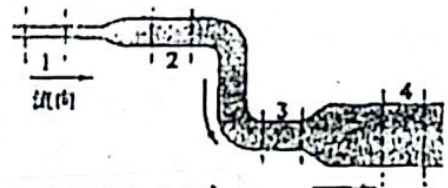
10. (本题3分)

图为 $t = T/4$ 时一平面简谐波的波形曲线
则其波的表达式为_____



11. (本题3分)

图示水通过管子平稳的从上流下。按照它们中的水压 p , 由大到小对标注了号的四段管子排序_____



二手市场QQ群
731429909

二、计算题 (共55分)

得分	签字

12. (本题10分)

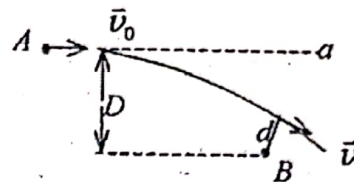
一圆柱形电容器, 若其间充满各向同性的均匀电介质, 该介质的击穿电场强度的大小为 $E_0 = 200$ KV/cm. 电容器的外柱直径为 4 cm, 内柱的直径可以适当选择, 试求该电容器可能承受的最高电压.

密封线

得分	签字

13. (本题 8 分)

质量为 m_A 的粒子 A 受到另一重粒子 B 的万有引力作用, B 保持在原点不动. 起初, 当 A 离 B 很远 ($r = \infty$) 时, A 具有速度 \vec{v}_0 , 方向沿图中所示直线 Aa , B 与这直线的垂直距离为 D . 粒子 A 由于粒子 B 的作用而偏离原来的路线, 沿着图中所示的轨道运动. 已知这轨道与 B 之间的最短距离为 d , 求 B 的质量 m_B .



一区二系易群
731429909

得分	签字

14. (本题 9 分)

一根质量为 m 、长为 l 的均匀细杆, 可在水平桌面上绕通过其一端的竖直固定轴转动. 已知细杆与桌面的滑动摩擦系数为 μ , 设均匀细杆开始转动时的角速度为 ω , 求细杆经多长时间后停止转动。

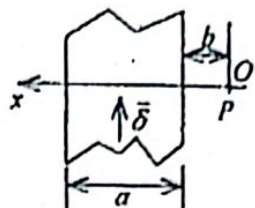
哈工大彩虹墙
3609217933

得分	签字

15. (本题 5 分)

如图所示,一无限长载流平板宽度为 a , 线电流密度 (即沿 x 方向单位长度上的电流)为 δ , 求与平板共面且距平板一边为 b 的任意点 P 的磁感强度.

哈工大彩虹墙
3609217933



密
封
线

得分	签字

16. (本题 5 分)

为了使单摆的振动周期在高度 H 处和地球表面上相等, 其长度须减少多少? 设地球表面处摆长为 l_0 , 地球半径为 R , 且 $H \ll R$.

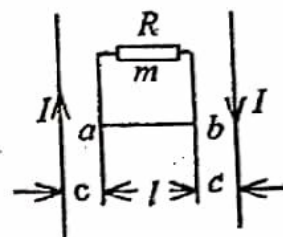
校学生会
QQ 334 875 6836

得分	签字

17. (本题 10 分)

如图在真空中两条无限长载流均为 I 的直导线中间, 放置一门框形支架(支架固定), 该支架由导线和电阻联接而成. 载流导线和门框形支架在同一竖直平面内. 另一质量为 m 的长为 l 的金属杆 ab 可以在支架上无摩擦地滑动. 将 ab 从静止释放. 求:

- (1) ab 上的感应电动势. (2) ab 上的电流. (3) ab 所能达到的最大速度.



得分	签字

18. (本题 8 分)

设入射波的表达式为 $y_1 = A \cos 2\pi(\frac{x}{\lambda} + \frac{t}{T})$, 在 $x=0$ 处发

生反射, 反射点为一固定端. 设反射时无能量损失, 求:

- (1) 反射波的表达式; (2) 合成的驻波的表达式;
 (3) 波腹和波节的位置.

数值分析 Q群
926420643

密
封
线

三、证明题 (共 5 分)

得分	签字

19. (本题 5 分)

将电荷均为 q 的三个点电荷一个一个地依次从无限远处缓慢搬到 x 轴的原点、 $x=a$ 和 $x=2a$ 处. 求证外界

对电荷所作之功为 $A = \frac{5q^2}{8\pi\epsilon_0 a}$ (设无限远处电势能为零.)

网盘计划
Q群 953062322

2014年春季大物2 试卷参考答案

- | | |
|---|-----|
| 1. ② | 2分 |
| ③、① | 各1分 |
| 2. 3/4 | 2分 |
| $2\pi\sqrt{\Delta l/g}$ | 1分 |
| <1 (或>1) | 1分 |
| 3. $\frac{2GMm}{3R}$ | 3分 |
| 4. $\frac{\lambda_1}{\lambda_1 + \lambda_2} d$ | 3分 |
| 5. 相等 | 2分 |
| 不相等 | 2分 |
| 不相等 | 1分 |
| 6. $\pi R^3 \lambda B \omega$ | 2分 |
| 在图面中向上 | 1分 |
| 7. $I/(2\pi r)$ | 2分 |
| $\mu I/(2\pi r)$ | 2分 |
| 8. 电磁波能流密度矢量 | 2分 |
| $\vec{S} = \vec{E} \times \vec{H}$ | 1分 |
| 9. 变大 | 2分 |
| 变小 | 2分 |
| 10. $y = 0.10 \cos[165\pi(t - x/330) - \pi]$ (SI) | 3分 |
| 11. 4, 3, 2, 1 | 3分 |

12. (本题 10 分)

解: 设圆柱形电容器单位长度上带有电荷为 λ , 则电容器两极板之间的场强分布为

$$E = \lambda / (2\pi\epsilon r) \quad 2 \text{分}$$

设电容器内外两极板半径分别为 r_0, R , 则极板间电压为

$$U = \int_{r_0}^R \vec{E} \cdot d\vec{r} = \int_{r_0}^R \frac{\lambda}{2\pi\epsilon r} dr = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon} \ln \frac{R}{r_0} \quad 2 \text{分}$$

电介质中场强最大处在内柱面上, 当这里场强达到 E_0 时电容器击穿, 这时应有

$$\lambda = 2\pi\epsilon r_0 E_0 \quad 1 \text{分}$$

$$U = r_0 E_0 \ln \frac{R}{r_0} \quad 2 \text{分}$$

适当选择 r_0 的值, 可使 U 有极大值, 即令

$$dU/dr_0 = E_0 \ln(R/r_0) - E_0 = 0$$

得 $r_0 = R/e \quad 2 \text{分}$

显然有 $\frac{d^2 U}{dr_0^2} < 0$, 故当 $r_0 = R/e$ 时电容器可承受最高的电压

$$U_{\max} = RE_0/e = 147 \text{ kV} \quad 1 \text{分}$$

13 解: A 对 B 所在点的角动量守恒. 设粒子 A 到达距 B 最短距离为 d 时的速度为 v .

$$Dm_A v_0 = m_A v d, \quad v = Dv_0/d \quad 3 \text{分}$$

A, B 系统机械能守恒 (A 在很远处时, 引力势能为零)

$$\frac{1}{2} m_A v_0^2 = \frac{1}{2} m_A v^2 - Gm_A m_B / d \quad 3 \text{分}$$

解得 $v^2 - v_0^2 = 2Gm_B / d$

$$\therefore m_B = (D^2 - d^2)v_0^2 / (2Gd) \quad 2 \text{分}$$

14. 解: 细杆与桌面间的摩擦力矩大小

$$M_f = \int_0^l r \mu dm g = \int_0^l r \mu \frac{m dr}{l} g = \frac{1}{2} \mu m g l \quad 3 \text{分}$$

设经过 Δt 时间细杆停止转动, 则根据角动量定理, 得

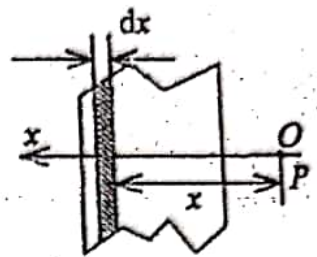
$$-M_f \Delta t = 0 - J\omega = -\frac{1}{3} m l^2 \omega \quad 4 \text{分}$$

则得
$$\Delta t = \frac{\frac{1}{3} m l^2 \omega}{M_f} = \frac{\frac{1}{3} m l^2 \omega}{\frac{1}{2} \mu m g l} = \frac{2l\omega}{3\mu g} \quad 2 \text{分}$$

15 (本题 5 分)

解: 利用无限长载流直导线的公式求解.

(1) 取离 P 点为 x 宽度为 dx 的无限长载流细条, 它的电流 $di = \delta dx$ 1 分



(2) 这载流长条在 P 点产生的磁感应强度

$$dB = \frac{\mu_0 di}{2\pi x} = \frac{\mu_0 \delta dx}{2\pi x} \quad 1 \text{ 分}$$

方向垂直纸面向里. 1 分

(3) 所有载流长条在 P 点产生的磁感强度的方向都相同, 所以载流平板在 P

点产生的磁感强度 $B = \int dB = \frac{\mu_0 \delta}{2\pi x} \int_b^{a+b} \frac{dx}{x} = \frac{\mu_0 \delta}{2\pi x} \ln \frac{a+b}{b}$ 1 分

方向垂直纸面向里. 1 分

16 解: 长度为 l_0 的单摆在地球表面的振动周期为

$$T_0 = 2\pi \sqrt{l_0 / g_0} \quad 1 \text{ 分}$$

此处 $g_0 = GM/R^2$ 为地球表面处的重力加速度 (M 为地球质量 G 为引力常量),

在高 H 处重力加速度 $g = GM/(R+H)^2$, 而长度为 l 的单摆的振

动周期为: $T = 2\pi \sqrt{l/g}$ 1 分

已知 $T = T_0$ 即 $l_0/g_0 = l/g$ 将 g_0 及 g 代入

可得 $l/l_0 = R^2/(R+H)^2$ 1 分

$$\Delta l/l_0 = (l_0 - l)/l_0 = 1 - R^2/(R+H)^2 \quad 1 \text{ 分}$$

又 $H \ll R$, 则 H^2/R^2 可略, 得出:

$$\frac{\Delta l}{l_0} = 1 - \frac{1}{(1+H/R)^2} = 1 - (1 + \frac{H}{R})^{-2} = \frac{2H}{R}$$

或

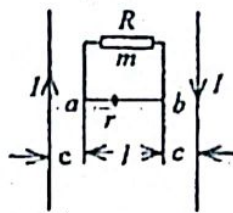
$$\Delta l = 2Hl_0/R \quad 1 \text{ 分}$$

17 解：(1) ab 上的感应电动势。

两条无限长载流导线在 ab 上离 a 端 r 处产生的磁感应强度为

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi} \left(\frac{1}{c+r} + \frac{1}{c+l-r} \right) \quad 2 \text{分}$$

方向垂直图面向里。设此时 ab 下滑的速度为 v 则 ab 上的感应电动势的大小：



$$\varepsilon_{ab} = \int_0^l Bv dr = \frac{\mu_0 Iv}{2\pi} \left(\ln \frac{c+l}{c} + \ln \frac{c+l}{c} \right) = \frac{\mu_0 Iv}{\pi} \ln \frac{c+l}{c} \quad 3 \text{分}$$

方向从 a 到 b 。 1 分

(2) ab 上的电流 I_1 $I_1 = \frac{\varepsilon_{ab}}{R} = \frac{\mu_0 Iv}{\pi R} \ln \frac{c+l}{c}$ 2 分

(3) ab 的最大速度

ab 受重力为 mg ，方向竖直向下；受磁力为 $\int_0^l I_1 d\vec{l} \times \vec{B}$ ，方向竖直向上，则

ab 所受的合力为

$$F = mg - \int_0^l I_1 B dr = mg - \left(\frac{\mu_0 I}{\pi} \ln \frac{c+l}{c} \right)^2 \frac{v}{R} \quad 1 \text{分}$$

由牛顿运动方程有 $mg - \left(\frac{\mu_0 I}{\pi} \ln \frac{c+l}{c} \right)^2 \frac{v}{R} = m \frac{dv}{dt}$

$$\int_0^v \frac{dv}{g - \left(\frac{\mu_0 I}{\pi} \ln \frac{c+l}{c} \right)^2 \frac{v}{mR}} = \int_0^t dt$$

网盘计划
QQ群 953062322

解之有 $v = g \left[1 - \exp \left[- \left(\frac{\mu_0 I}{\pi} \ln \frac{c+l}{c} \right)^2 \frac{t}{mR} \right] \right] \cdot \frac{mR}{\left(\frac{\mu_0 I}{\pi} \ln \frac{c+l}{c} \right)^2}$

其中 $\exp(x) = e^x$ 。

当 $t \rightarrow \infty$ 时, $v \rightarrow v_{\max}$ 。故有 $v_{\max} = \frac{mgR\pi^2}{\left(\mu_0 I \ln \frac{c+l}{c} \right)^2}$ 1 分

18 解：(1) 反射点是固定端，所以反射有相位突变 π ，且反射波振幅为 A ，因此反射波的表达式为

$$y_2 = A \cos[2\pi(x/\lambda - t/T) + \pi] \quad 2 \text{分}$$

(2) 驻波的表达式是 $y = y_1 + y_2$

$$= 2A \cos(2\pi x/\lambda + \frac{1}{2}\pi) \cos(2\pi t/T - \frac{1}{2}\pi) \quad 2 \text{分}$$

(3) 波腹位置: $2\pi x/\lambda + \frac{1}{2}\pi = n\pi,$

$$x = \frac{1}{2}(n - \frac{1}{2})\lambda, \quad n = 1, 2, 3, 4, \dots \quad 2 \text{分}$$

波节位置: $2\pi x/\lambda + \frac{1}{2}\pi = n\pi + \frac{1}{2}\pi$

$$x = \frac{1}{2}n\lambda, \quad n = 1, 2, 3, 4, \dots \quad 2 \text{分}$$

19 证: 将第一个 q 搬到原点处外力不作功.

将第二个 q 搬到 $x = a$ 处外力做功

$$A_1 = q^2 / (4\pi\epsilon_0 a) \quad 2 \text{分}$$

将第三个 q 搬到 $x = 2a$ 处外力做功

$$A_2 = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 (2a)} + \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 a} \quad 2 \text{分}$$

总功

$$A = A_1 + A_2 = \frac{2q^2}{4\pi\epsilon_0 a} + \frac{q^2}{8\pi\epsilon_0 a} = \frac{5q^2}{8\pi\epsilon_0 a} \quad 1 \text{分}$$

四、实验题 (共 5 分)

参考答案:

1、两球转速急剧加快; 两球转速变慢。原因: 角动量守恒。

2、

3、

4、

5、

大学物理 II 试 题

学号	紫丁香影院 QQ 1689929593
班号	
姓名	

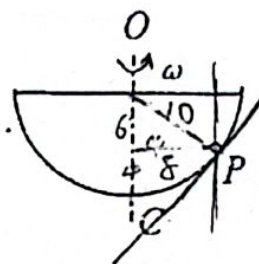
题号	填空	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	总分	折合分
分数													
签字													

得分	签字

一 填空题 (共 30 分)

1. (本题 3 分)

一光滑的内表面半径为 10 cm 的半球形碗, 以匀角速度 ω 绕其对称轴 OC 旋转. 已知放在碗内表面上的一个小球 P 相对于碗静止, 其位置高于碗底 4 cm, 则由此可推知碗旋转的角速度约为_____.



2. (本题 4 分)

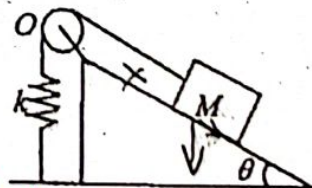
质量为 1 kg 的球 A 以 5 m/s 的速率和另一静止的、质量也为 1 kg 的球 B 在光滑水平面上作弹性碰撞, 碰撞后球 B 以 2.5 m/s 的速率, 沿与 A 原先运动的方向成 60° 的方向运动, 则球 A 的速率为_____, 方向为_____.

3. (本题 3 分)

有一劲度系数为 k 的轻弹簧, 竖直放置, 下端悬一质量为 m 的小球. 先使弹簧为原长, 而小球恰好与地接触. 再将弹簧上端缓慢地提起, 直到小球刚能脱离地面为止. 在此过程中外力所作的功为_____.

4. (本题 5 分)

如图所示, 定滑轮半径为 r , 绕垂直纸面轴的转动惯量为 J , 弹簧倔强系数为 k , 开始时处于自然长度. 物体的质量为 M , 开始时静止, 固定斜面的倾角为 θ (斜面及滑轮轴处的摩擦可忽略, 而绳在滑轮上不打滑). 物体被释放后沿斜面下滑的过程中, 物体、滑轮、绳子、弹簧和地球组成的系统的机械能_____ ; 物体下滑距离为 x 时的速度值为



$$2mgx\sin\theta - J\omega^2\sin^2\theta/r^2 - kx^2$$

$$2Mgx\sin\theta - kx^2$$

$$2Mgx\sin\theta - \frac{J\omega^2\sin^2\theta}{r^2} - kx^2$$

试题:

班号:

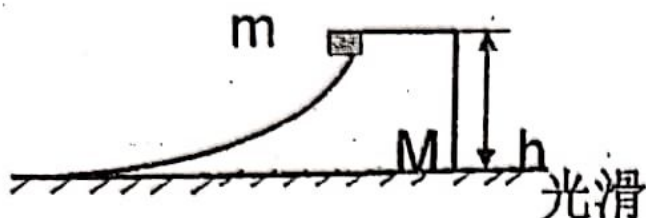
姓名:

5. (本题 5 分)

如图所示, 一光滑的滑道, 质量为 M , 高度为 h , 放在一光滑水平面上, 滑道底部与水平面相切. 质量为 m 的小物块自滑道顶部由静止下滑, 则

(1) 物块滑到地面时, 滑道的速度为 _____;

(2) 物块下滑的整个过程中, 滑道对物块所作的功为 _____.



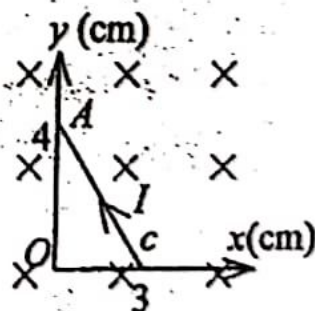
6. (本题 4 分)

一半径为 R , 长为 L 的均匀带电圆柱面, 其单位长度带有电荷 λ . 在带电圆柱的中垂面上有一点 P , 它到轴线距离为 r ($r > R$), 则 P 点的电场强度的大小:

当 $r \ll L$ 时, $E =$ _____; 当 $r \gg L$ 时, $E =$ _____.

7. (本题 3 分)

如图所示, 在纸面上的直角坐标系中, 有一根载流导线 AC 置于垂直于纸面的均匀磁场 \vec{B} 中, 若 $I = 1 \text{ A}$, $B = 0.1 \text{ T}$, 则 AC 导线所受的磁力大小为 _____.



8. (本题 3 分)

一面积为 S 的平面导线闭合回路, 置于载流长螺线管中, 回路的法向与螺线管轴线平行. 设长螺线管单位长度上的匝数为 n , 通过的电流为 $I = I_m \sin \omega t$ (电流的正向与回路的正法向成右手关系), 其中 I_m 和 ω 为常数, t 为时间, 则该导线回路中的感生电动势为 _____.

得分	签字

二 计算题 (共 60 分)

9. (本题 5 分)

一质量为 2 kg 的质点, 在 xy 平面上运动, 受到外力 $\vec{F} = 4\vec{i} - 24t^2\vec{j}$ (SI) 的作用, $t = 0$ 时, 它的初速度为 $\vec{v}_0 = 3\vec{i} + 4\vec{j}$ (SI), 求 $t = 1$ s 时质点的速度及受到的法向力 \vec{F}_n .

数值分析 Q 群
926420643

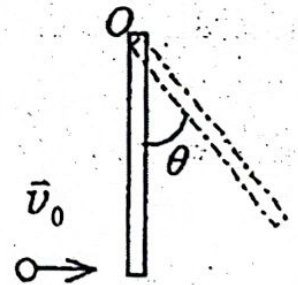
得分	签字

10. (本题 10 分)

质量为 M 、长为 l 的均匀直棒, 可绕垂直于棒的一端的水平固定轴 O 无摩擦地转动. 转动惯量 $J = \frac{1}{3}Ml^2$. 它原来静止在平衡位置上, 如图, 图面垂直于 O 轴. 现有一质量为 m 的弹性小球在图面内飞来, 正好在棒的下端与棒垂直相撞. 相撞后使棒从平衡位置摆动到最大角度 $\theta = 60^\circ$ 处,

- (1) 设碰撞为弹性的, 试计算小球刚碰前速度的大小 v_0 .
- (2) 相撞时, 小球受到多大的冲量?

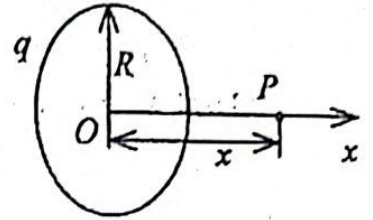
电话: 1360725682926



得分	签字

11. (本题 5 分)

如图所示, 一半径为 R 的均匀带电细圆环, 总电荷为 q . 试求圆环轴线上距离圆心 O 为 x 的 P 点处的电势(设无限远处为电势零点), 并用电势梯度求该点场强.



老集交流群
189868951

得分	签字

12. (本题 10 分)

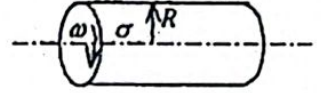
一半径为 R 的各向同性均匀电介质球, 其相对介电常量为 ϵ_r . 球体内均匀分布正电荷, 总电荷为 Q . 求介质球内的电场能量.

哈工大彩虹墙
3609217933

得分	签字

13. (本题 10 分)

如图所示,一半径为 R 的均匀带电无限长直圆筒,面电荷密度为 σ . 该筒以角速度 ω 绕其轴线匀速旋转. 试求圆筒内部的磁感强度.



二手市场 Q 群
731429909

得分	签字

14. (本题 5 分)

半径为 R 、通有电流 I 的一圆柱形长直导线,外面是一同轴的介质长圆管,管的内外半径分别为 R_1 和 R_2 , 相对磁导率为 μ . 求:

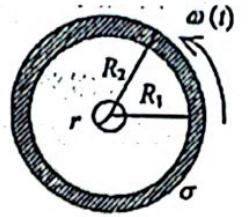
- (1) 圆管上长为 l 的纵截面内的磁通量值;
- (2) 介质圆管外距轴 r 处的磁感强度大小.

哈工大资源分享
QQ 2842305604

得分	签字

15. (本题 10 分)

一内外半径分别为 R_1, R_2 的均匀带电平面圆环, 电荷面密度为 σ , 其中心有一半径为 r 的导体小环($R_1 \gg r$), 二者同心共面如图. 设带电圆环以变角速度 $\omega = \omega(t)$ 绕垂直于环面的中心轴旋转, 导体小环中的感应电流 i 等于多少? 方向如何(已知小环的电阻为 R')?



竞赛交流群

189868951

得分	签字

16. (本题 5 分)

在惯性系中, 有两个静止质量都是 m_0 的粒子 A 和 B , 它们以相同的速率 v 相向运动, 碰撞后合成为一个粒子, 求这个粒子的静止质量 M_0 .

哈工大资源分享

QQ 284230560

试题:

班号:

姓名:

得分	签字

17. (本题 5 分)

在惯性系 S 中, 有两事件发生于同一地点, 且第二事件比第一事件晚发生 $\Delta t = 2s$; 而在另一惯性系 S' 中, 观测第二事件比第一事件晚发生 $\Delta t' = 3s$. 那么在 S' 系中发生两事件的地点之间的距离是多少?

HIT 网络

QQ 302753320

得分	签字

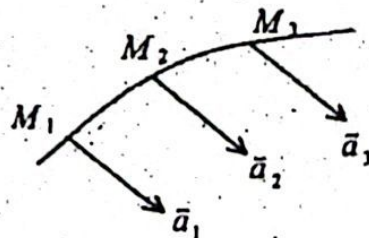
三、理论题 (共 5 分)

18. (本题 5 分)

如图所示, 质点作曲线运动, 质点的加速度 \vec{a} 是恒矢量 ($\vec{a}_1 = \vec{a}_2 = \vec{a}_3 = \vec{a}$). 试问质点是否能作匀变速率运动? 简述理由.

校学生会

QQ 3348756836



2013 年春季大学物理 2 答案

1. 13 rad/s 3 分
 2. 4.33 m/s; 2 分
 与 A 原先运动方向成 -30° 2 分

3. $\frac{m^2 g^2}{2k}$ 3 分

4. 守恒 2 分

$$\sqrt{\frac{2Mgx \sin \theta - kx^2}{J/r^2 + M}} \quad \text{3 分}$$

5. $\sqrt{\frac{2m^2 gh}{(m+M)M}}$ 2 分

二牛冲坊 Q 群
731429909

$$-\left(\frac{m}{m+M}\right)mgh \quad \text{3 分}$$

6. $\lambda/(2\pi\epsilon_0 r)$ 2 分

$\lambda L/(4\pi\epsilon_0 r^2)$ 2 分

7. $5 \times 10^{-3} \text{ N}$ 3 分

8. $-\mu_0 n S \omega I_m \cos \omega t$ 3 分

9. 解:

$$\bar{a} = \bar{F}/m = 2\bar{i} - 12t^2\bar{j}$$

$$\bar{a} = d\bar{v}/dt \quad \therefore d\bar{v} = (2\bar{i} - 12t^2\bar{j})dt$$

$$\int_{\bar{v}_0}^{\bar{v}} d\bar{v} = \int_0^t (2\bar{i} - 12t^2\bar{j})dt$$

$\therefore \bar{v} - \bar{v}_0 = 2t\bar{i} - 4t^3\bar{j}$ 2 分

$$\bar{v} = \bar{v}_0 + 2t\bar{i} - 4t^3\bar{j} = (3 + 2t)\bar{i} + (4 - 4t^3)\bar{j}$$

当 $t=1\text{ s}$ 时, $\bar{v}_1 = 5\bar{i}$ 沿 x 轴 1 分

故这时, $\bar{a}_n = \bar{a}_y = -12\bar{j}$ 1 分

$$\bar{F}_n = m\bar{a}_n = -24\bar{j} \text{ (SI)} \quad \text{1 分}$$

10. 解: (1) 设小球与棒碰撞后, 小球速度大小为 v , 与 \bar{v}_0 方向相同, 棒角速度为 ω . 在碰撞过程中, 小球和棒组成的系统, 所受外力对 O 轴的合力矩为零, 角动量守

恒, 即

$$v_0 l = mv + J\omega \quad \text{①} \quad \text{2 分}$$

因是弹性碰撞, 碰撞前后动能相等, 有

$$\frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}J\omega^2 \quad \text{②} \quad \text{1 分}$$

选棒和地球为系统, 棒摆动中机械能守恒, 则

$$\frac{1}{2} J \omega^2 = Mg \cdot \frac{1}{2} l (1 - \cos \theta) \quad \textcircled{3} \quad 2 \text{分}$$

联立三个方程, 可求得

$$v_0 = \frac{1}{2} \left(1 + \frac{1}{3} M/m \right) \sqrt{3gl(1 - \cos \theta)}$$

$$\text{当 } \theta = 60^\circ \text{ 时, } v_0 = \frac{3m + M}{6m} \sqrt{\frac{3}{2} gl} \quad 2 \text{分}$$

$$(2) \text{ 相撞时, 小球受到的冲量 } \bar{I} = \int \bar{F} dt = m\bar{v} - m\bar{v}_0, \quad 1 \text{分}$$

又由①有

$$m(v_0 - v) = J\omega/l$$

可求得冲量的大小

$$I = \int F dt = m(v_0 - v) = \frac{1}{3} Ml\omega = \frac{1}{3} M\sqrt{3gl/2}$$

冲量的方向与 \bar{v}_0 方向相反. 2分

四六级 0.24
741109221

11. 解: 在环上取一线元 dl , 其上电荷为 $dq = \frac{q}{2\pi R} dl$

该电荷在 P 点产生的电势为

$$dU = \frac{dq}{4\pi\epsilon_0(R^2 + x^2)^{3/2}} = \frac{q dl}{8\pi^2\epsilon_0 R(R^2 + x^2)^{3/2}} \quad 1 \text{分}$$

圆环上电荷 q 在 P 点产生的电势为

$$U = \int dU = \frac{q}{8\pi^2\epsilon_0 R(R^2 + x^2)^{3/2}} \int_0^{2\pi R} dl = \frac{q}{4\pi\epsilon_0(R^2 + x^2)^{3/2}} \quad 2 \text{分}$$

$$P \text{ 点的电场强度为 } \bar{E} = -\frac{dU}{dx} \bar{i} = \frac{qx}{4\pi\epsilon_0(R^2 + x^2)^{3/2}} \bar{i} \quad 2 \text{分}$$

12. 解: 在球内任意半径 r 处作一同心高斯球面. 设该处场强为 E . 则按高斯定理有 $4\pi r^2 E = Qr^3 / (\epsilon_0 \epsilon_r R^3)$

$$\text{得到 } E = Qr / (4\pi\epsilon_0 \epsilon_r R^3) \quad 2 \text{分}$$

$$\text{该处场能密度 } w = \frac{1}{2} \epsilon_0 \epsilon_r E^2 = (Q^2 r^2) / (32\pi^2 \epsilon_0 \epsilon_r R^6) \quad 3 \text{分}$$

在球内任意半径 r 处作一厚 dr 的薄球壳, 其体积为

$$dV = 4\pi r^2 dr$$

$$\text{其中包含电场能量 } dW = w dV = \frac{Q^2 r^4}{8\pi\epsilon_0 \epsilon_r R^6} dr \quad 2 \text{分}$$

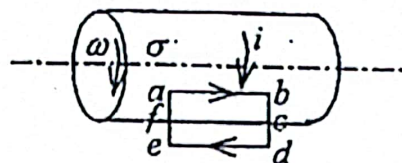
$$\text{球内电场包含总能量 } W = \int dW = \int_0^R \frac{Q^2 r^4}{8\pi\epsilon_0 \epsilon_r R^6} dr = \frac{Q^2}{40\pi\epsilon_0 \epsilon_r R} \quad 3 \text{分}$$

13. 解:

画图

2分

如图所示, 圆筒旋转时相当于圆筒上具有同向的面电流密度 i ,



$$i = 2\pi R\sigma\omega / (2\pi) = R\sigma\omega \quad 3分$$

作矩形有向闭合环路如图中所示. 从电流分布的对称性分析可知, 在 \overline{ab} 上各点 \vec{B} 的大小和方向均相同, 而且 \vec{B} 的方向平行于 \overline{ab} , 在 \overline{bc} 和 \overline{fa} 上各点 \vec{B} 的方向与线元垂直, 在 \overline{de} , \overline{fe} , \overline{cd} 上各点 $\vec{B} = 0$. 应用安培环路定理

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 \sum I \quad 2分$$

可得

$$B_{ab} = \mu_0 i_{ab}$$

$$B = \mu_0 i = \mu_0 R\sigma\omega \quad 2分$$

圆筒内部为均匀磁场, 磁感强度的大小为 $B = \mu_0 R\sigma\omega$, 方向平行于轴线朝右.

1分

14. 解: (1)

$$H = \frac{I}{2\pi r}$$

哈工大彩虹墙

3609217933

1分

$$B = \frac{\mu_r \mu_0 I}{2\pi r}$$

1分

$$\Phi = \int_{R_1}^{R_2} \mu_0 \mu_r \frac{I}{2\pi r} l dr = \frac{\mu_r \mu_0 I l}{2\pi} \ln \frac{R_2}{R_1}$$

2分

$$(2) \quad B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}, \quad \text{与有无介质筒无关}$$

1分

15. 解: 带电平面圆环的旋转相当于圆环中通有电流 I . 在 R_1 与 R_2 之间取半径为 R 、宽度为 dR 的环带, 环带内有电流

$$dI = \sigma R\omega(t) dR \quad 2分$$

dI 在圆心 O 点处产生的磁场

$$dB = \frac{1}{2} \mu_0 dI / R = \frac{1}{2} \mu_0 \sigma \omega(t) dR \quad 2分$$

由于整个带电环面旋转, 在中心产生的磁感应强度的大小为

$$B = \frac{1}{2} \mu_0 \sigma \omega(t) (R_2 - R_1) \quad 1分$$

选逆时针方向为小环回路的正方向, 则小环中

$$\Phi \approx \frac{1}{2} \mu_0 \sigma \omega(t) (R_2 - R_1) \pi r^2 \quad 1分$$

$$\varepsilon_l = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{\mu_0}{2} \pi r^2 (R_2 - R_1) \sigma \frac{d\omega(t)}{dt}$$

$$i = \frac{\varepsilon_l}{R'} = -\frac{\mu_0 \pi r^2 (R_2 - R_1) \sigma}{2R'} \cdot \frac{d\omega(t)}{dt} \quad 2 \text{分}$$

方向: 当 $d\omega(t)/dt > 0$ 时, i 与选定的正方向相反. 1分
 当 $d\omega(t)/dt < 0$ 时, i 与选定的正方向相同. 1分

16. 解: 设粒子A的速度为 \vec{v}_A , 粒子B的速度为 \vec{v}_B , 合成粒子的运动速度为 \vec{V} . 由动量守恒得

$$\frac{m_0 \vec{v}_A}{\sqrt{1 - v_A^2/c^2}} + \frac{m_0 \vec{v}_B}{\sqrt{1 - v_B^2/c^2}} = \frac{M_0 \vec{V}}{\sqrt{1 - V^2/c^2}}$$

因 $v_A = v_B = v$, 且 $\vec{v}_A = -\vec{v}_B$, 所以 $\vec{V} = 0$. 2分
 即合成粒子是静止的. 由能量守恒得

$$\frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} + \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} = M_0 c^2$$

解出 $M_0 = \frac{2m_0}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$ 3分

数值分析 Q群
926420643

17. 解: 令 S' 系与 S 系的相对速度为 v , 有

$$\Delta t' = \frac{\Delta t}{\sqrt{1 - (v/c)^2}}, \quad (\Delta t / \Delta t')^2 = 1 - (v/c)^2$$

则 $v = c \cdot (1 - (\Delta t / \Delta t')^2)^{1/2} (= 2.24 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1})$ 3分

那么, 在 S' 系中测得两事件之间距离为:

$$\Delta x' = v \cdot \Delta t' = c(\Delta t'^2 - \Delta t^2)^{1/2} = 6.72 \times 10^8 \text{ m} \quad 2 \text{分}$$

18 答: 不作匀变速率运动. 因为质点若作匀变速率运动, 其切向加速度大小 \bar{a}_t 必为常数, 即 $\bar{a}_{t1} = \bar{a}_{t2} = \bar{a}_{t3}$, 现在虽然 $\bar{a}_1 = \bar{a}_2 = \bar{a}_3$, 但加速度与轨道各处的切线间夹角不同, 这使得加速度在各处切线方向的投影并不相等, 即 $a_{t1} \neq a_{t2} \neq a_{t3}$, 故该质点不作匀变速率运动.
 结论 2分; 理由 3分.

网盘计划
Q群 953062322

哈工大 2012 年 春季学期期末

大学物理 II 试 题

学号	
班号	
姓名	

题号	填空	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	总分	折合分
分数														
签字														

得分	签字

一 填空题 (共 30 分)

注
意
行
为
规
范

1. (本题 3 分)

若将地球看成是一个旋转参照系, 地球上运动的物体受到的几个力分别是_____和_____。

2. (本题 3 分)

一质量为 1 kg 的物体, 置于水平地面上, 物体与地面之间的静摩擦系数 $\mu_0 = 0.20$, 滑动摩擦系数 $\mu = 0.16$, 现对物体施一水平拉力 $F = t + 0.96$ (SI), 则 2 秒

末物体的速度大小 $v =$ _____。

资源共享 QQ ID
HGDZYFXZ

3. (本题 4 分)

已知地球的半径为 R , 质量为 M . 现有一质量为 m 的物体, 在离地面高度为 $2R$ 处. 以地球和物体为系统, 若取地面为势能零点, 则系统的引力势能为

_____ ; 若取无穷远处为势能零点, 则系统的引力势能为

_____ . (G 为万有引力常量)

4. (本题 3 分)

一电子和一质子相距 2×10^{-10} m (两者静止), 将此两粒子分开到无穷远距离

(两者仍静止) 所需要的最小能量是 _____ eV. $(\frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \times 10^9$

$\text{N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$, 质子电荷 $e = 1.60 \times 10^{-19}$ C, $1 \text{ eV} = 1.60 \times 10^{-19}$ J.)

主管
领导
审核
签字

数值分析 Q群
926420643

试题:

班号:

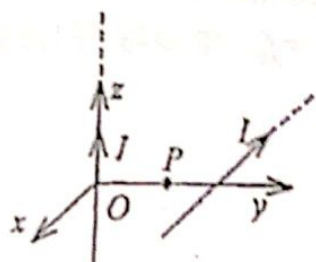
姓名:

5. (本题3分)

一个不带电的金属球壳的内、外半径分别为 R_1 和 R_2 , 今在中心处放置一电荷为 q 的点电荷, 则球壳的电势 $U =$ _____.

6. (本题3分)

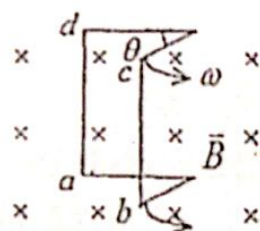
两根无限长直导线互相垂直地放着, 相距 $d = 2.0 \times 10^2$ m, 其中一根导线与 z 轴重合, 另一根导线与 x 轴平行且在 Oxy 平面内. 设两导线中皆通过 $I = 10$ A 的电流, 则在 y 轴上离两根导线等距的点 P 处的磁感强度的大小为



$B =$ _____ . ($\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ N} \cdot \text{A}^{-2}$)

7. (本题3分)

如图所示, 一导线构成一正方形线圈然后对折, 并使其平面垂直置于均匀磁场 \vec{B} . 当线圈的一半不动, 另一半以角速度 ω 张开时(线圈边长为 $2l$), 线圈中感应电动势的大小



$\mathcal{E} =$ _____ . (设此时的张角为 θ , 见图)

8. (本题3分)

平行板电容器的电容 C 为 $20.0 \mu\text{F}$, 两板上的电压变化率为 $dU/dt = 1.50 \times 10^5$ $\text{V} \cdot \text{s}^{-1}$, 则该平行板电容器中的位移电流为 _____.

9. (本题5分)

观察者甲以 $0.8c$ 的速度 (c 为真空中光速) 相对于静止的观察者乙运动, 若甲携带一质量为 1 kg 的物体, 则

(1) 甲测得此物体的总能量为 _____;

(2) 乙测得此物体的总能量为 _____.

得分	签字

二 计算题 (共 60 分)

10. (本题 5 分)

一水平放置的飞轮可绕通过中心的竖直轴转动，飞轮的辐条上装有一个小滑块，它可在辐条上无摩擦地滑动。一轻弹簧一端固定在飞轮转轴上，另一端与滑块联接。当飞轮以角速度 ω 旋转时，弹簧的长度为原长的 f 倍，已知 $\omega = \omega_0$ 时， $f = f_0$ ，求 ω 与 f 的函数关系。

一区二支队易群
731429909

得分	签字

11. (本题 5 分)

一个质点在指向中心的平方反比力 $F = k/r^2$ (k 为常数) 的作用下，作半径为 r 的圆周运动，求质点运动的速度和总机械能，选取距力心无穷远处的势能为零。

哈工大资源分享
QQ 2842305604

试题:

班号:

姓名:

得分	签字

12. (本题 5 分)

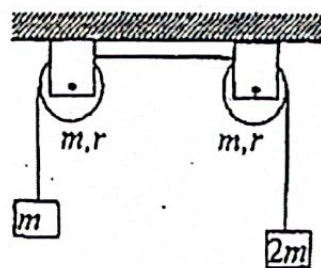
截面积为 50 cm^2 的水管上接有一段弯管, 使管轴偏转 $3\pi/4$ 。设管中水的流速为 $3.0\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 。试计算水流作用在弯管上力的大小和方向。

大物实验群
290028380

得分	签字

13. (本题 10 分)

一轻绳跨过两个质量均为 m 、半径均为 r 的均匀圆盘状定滑轮, 绳的两端分别挂着质量为 m 和 $2m$ 的重物, 如图所示。绳与滑轮间无相对滑动, 滑轮轴光滑。两个定滑轮的转动惯量均为 $\frac{1}{2}mr^2$ 。将由两个定滑轮以及质量



为 m 和 $2m$ 的重物组成的系统从静止释放, 求两滑轮之间绳内的张力。

校学生会
QQ 3348756834

试题:

班号:

姓名:

得分	签字

14. (本题 5 分)

边长为 b 的立方盒子的六个面, 分别平行于 xOy 、 yOz 和 xOz 平面. 盒子的一角在坐标原点处. 在此区域有一静电场, 场强为 $\vec{E} = 200\vec{i} + 300\vec{j}$. 试求穿过各面的电通量.

资源共享 QQ 117
HGDZYFXZ

得分	签字

15. (本题 10 分)

两无限长同轴金属圆筒, 内筒的外半径为 R_1 , 外筒的内半径为 R_2 . 设两筒之间的电势差为 U . 若保持 U 和 R_2 不变, 改变 R_1 , 试求使得内筒的外表面处电场强度 E 为最小的 R_1 值.

紫丁香影院

QQ 1689929593

试题:

班号:

姓名:

光复交流群

189868951

得分	签字

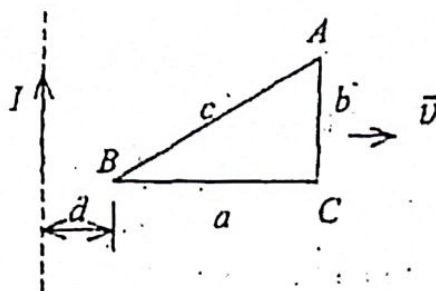
16. (本题 5 分)

螺绕环中心周长 $l = 10 \text{ cm}$, 环上均匀密绕线圈 $N = 200$ 匝, 线圈中通有电流 $I = 0.1 \text{ A}$. 管内充满相对磁导率 $\mu_r = 4200$ 的磁介质. 求管内磁场强度和磁感强度的大小.

得分	签字

17. (本题 10 分)

无限长直导线, 通以恒定电流 I . 有一与之共面的直角三角形线圈 ABC . 已知 AC 边长为 b , 且与长直导线平行, BC 边长为 a . 若线圈以垂直于导线方向的速度 \vec{v} 向右平移, 当 B 点与长直导线的距离为 d 时, 求线圈 ABC 内的感应电动势的大小和感应电动势的方向.



哈工大资源分享

QQ 2842305604

试题:

班号:

姓名:

得分	签字

18. (本题 5 分)

K 惯性系中观测者记录到两事件的空间和时间间隔分别是 $x_2 - x_1 = 600 \text{ m}$ 和 $t_2 - t_1 = 8 \times 10^{-7} \text{ s}$; 为了使两事件对相对于 K 系沿正 x 方向匀速运动的 K' 系来说是同时发生的, K' 系必需相对于 K 系以多大的速度运动?

校学生会

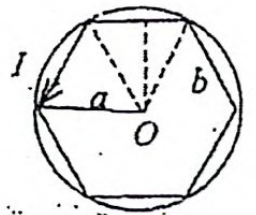
QQ 3348756836

得分	签字

三、理论题 (共 10 分)

19. (本题 5 分)

将一根导线做成 n 边的正多边形(边长 b), 多边形的外接圆半径为 a , 设导线中有电流 I , 求证外接圆中心处的磁感强度的大小由下式给出,



$$B = \frac{\mu_0 n I}{2\pi a} \lg\left(\frac{\pi}{n}\right)$$

资源共享 QQ 10
HGDZYFXZ

并讨论 $n \rightarrow \infty$ 的情况.

试题:

班号:

姓名:

得分	签字

软件分享群
626648181

20. (本题 5 分)

确定静电场中某点的电势, 为什么必须选定一个电势零点?

学缘文化用品



大物 2012 年春季学期期末答案

大物 II

一、填空题 (30 分)

1 本题 3 分

重力

惯性离心力

科里奥力

软件分享群

626648181

1 分

1 分

1 分

2. (本题 3 分)(0708)

0.89 m/s

3 分

参考解: 在 $0 \rightarrow 1$ s 内, $F < \mu_0 mg$, 未拉动物体.

在 1 s \rightarrow 2 s 内,
$$I = \int_1^2 (t + 0.96) dt - \mu mg(t_2 - t_1) = 0.89 \text{ N}\cdot\text{s}$$

由 $mv - 0 = I$, 可得 $v = I/m = 0.89 \text{ m/s}$

3. (本题 4 分)(0746)

$\frac{2GmM}{3R}$

$- \frac{GmM}{3R}$

$\frac{-GmM}{3R}$

$\frac{-GmM}{3R}$

校学生会

QQ 334 8756836

2 分

2 分

4. (本题 3 分)(1272)

7.2

3 分

5. (本题 3 分)(1364)

$\frac{q}{4\pi\epsilon_0 R_2}$

3 分

6. (本题 3 分)(2025)

$2.82 \times 10^{-8} \text{ T}$

3 分

7. (本题 3 分)(2136)

$2l^2 B \omega \sin \theta$

3 分

8. (本题 3 分)(2342)

$\frac{3 \text{ A}}{2}$

3 分

9. (本题 5 分)(4732)

$9 \times 10^{16} \text{ J}$

$1.5 \times 10^{17} \text{ J}$

2 分

3 分

二、计算题 (60分)

10. (本题 5分)(0028)

解: 设弹簧原长为 l , 劲度系数为 k , 由于是弹性力提供了质点作圆周运动的向心力, 故有

$$m r \omega^2 = k(r-l) \quad 2 \text{分}$$

其中 r 为滑块作圆周运动的半径, m 为滑块的质量. 由题设, 有

$$r = fl$$

因而有

$$mfl\omega^2 = kl(f-1)$$

又由已知条件, 有

$$mf_0l\omega_0^2 = kl(f_0-1) \quad 1 \text{分}$$

整理后得 ω 与 f 的函数关系为

$$\frac{f\omega^2}{f_0\omega_0^2} = \frac{f-1}{f_0-1} \quad 1 \text{分}$$

11. (本题 5分)(0749)

解: 质点速度为 v , 向心加速度为 v^2/r , 向心力为 k/r^2 .

$$\frac{k}{r^2} = m \frac{v^2}{r} \quad v = \sqrt{\frac{k}{mr}} \quad 2 \text{分}$$

$r = \infty$ 为势能零点

$$E_p = \int_{\infty}^r \vec{F} \cdot d\vec{r} = \int_{\infty}^r \frac{k}{r^2} dr = -\frac{k}{r} \quad 2 \text{分}$$

总机械能

$$E = E_k + E_p = \frac{1}{2}mv^2 - k/r$$

$$= \frac{k}{2r} - \frac{k}{r} = -\frac{k}{2r} \quad 1 \text{分}$$

12. 本题 5 分

解 1 由于管道截面均匀, 水流流速恒定, 设水流流速为 v , 则流量为 $Q_m = \rho v S$ 2分

流体给管壁的反作用力的大小为 $F' = \rho v S |v_A - v_B| = 2\rho S v^2 \cos \frac{\pi}{8} = 83.15 \text{ N}$ 2分

方向沿 $(v_A - v_B)$ 方向. 1分

13. (本题 10分)(0580)

解: 受力分析如图所示.

$$2mg - T_1 = 2ma \quad 2 \text{分}$$

$$T_2 - mg = ma \quad 1 \text{分}$$

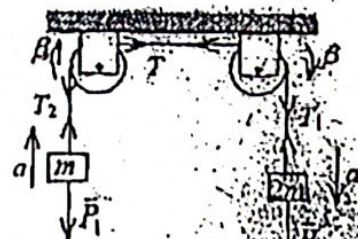
$$T_1 r - T r = \frac{1}{2} m r^2 \beta \quad 1 \text{分}$$

$$T r - T_2 r = \frac{1}{2} m r^2 \beta \quad 1 \text{分}$$

$$a = r\beta$$

解上述 5 个联立方程得:

$$T = 11mg/8$$



14. (本题 5分)(1283)

解: 由题意知

$$E_x=200 \text{ N/C}, E_y=300 \text{ N/C}, E_z=0$$

平行于 xOy 平面的两个面的电场强度通量

$$\Phi_{e1} = \vec{E} \cdot \vec{S} = \pm E_x S = 0 \quad : 1 \text{ 分}$$

平行于 yOz 平面的两个面的电场强度通量

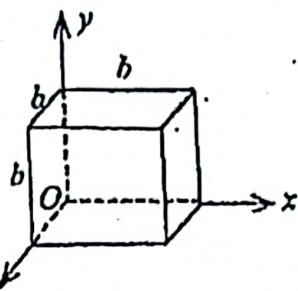
$$\Phi_{e2} = \vec{E} \cdot \vec{S} = \pm E_y S = \pm 200 \cdot b^2 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C} \quad : 2 \text{ 分}$$

“+”, “-” 分别对应于右侧和左侧平面的电场强度通量

平行于 xOz 平面的两个面的电场强度通量

$$\Phi_{e3} = \vec{E} \cdot \vec{S} = \pm E_z S = \pm 300 b^2 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C} \quad 2 \text{ 分}$$

“+”, “-” 分别对应于上和下平面的电场强度通量.



15. (本题 10分)(1877)

解: 设金属筒单位长度上带电荷 λ , 由高斯定理可求得两筒中间的场强分布为

$$E_r = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 r} \quad (R_1 < r < R_2) \quad 2 \text{ 分}$$

两筒之间电势差

$$U = \int_{R_1}^{R_2} E_r dr = \int_{R_1}^{R_2} \frac{\lambda dr}{2\pi\epsilon_0 r} = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \ln \frac{R_2}{R_1} \quad 2 \text{ 分}$$

由上式可得

$$\lambda = \frac{2\pi\epsilon_0 U}{\ln(R_2 / R_1)} \quad 1 \text{ 分}$$

从而得到内筒表面处的场强为

$$E_1 = \frac{U}{R_1 \ln(R_2 / R_1)} \quad 1 \text{ 分}$$

将 E_1 对 R_1 求导数并令其等于零

$$\frac{dE_1}{dR_1} = \frac{U[1 - \ln(R_2 / R_1)]}{[R_1 \ln(R_2 / R_1)]^2} = 0 \quad 2 \text{ 分}$$

则有

$$\ln(R_2 / R_1) = 1 \quad 1 \text{ 分}$$

解出

$$R_1 = R_2 / e \quad 1 \text{ 分}$$

又

$$\frac{d^2 E_1}{dR_1^2} = \frac{\ln(R_2 / R_1) - [1 - \ln(R_2 / R_1)]^2}{[R_1 \ln(R_2 / R_1)]^3} = \frac{1}{R_1} > 0$$

所以此即 E_1 值最小的 R_1 值.

16. (本题 5分)(5910)

解:

$$H = nI = NI/l = 200 \text{ A/m}$$

$$B = \mu H = \mu_0 \mu_r H = 1.06 \text{ T}$$

3分

2分

17. (本题10分)(2499)

解: 建立坐标系, 长直导线为 y 轴, BC 边为 x 轴, 原点在长直导线上, 则斜边的方程为

$$y = (bx/a) - br/a$$

式中 r 是 t 时刻 B 点与长直导线的距离. 三角形中磁通量

$$\Phi = \frac{\mu_0 I}{2\pi} \int_r^{a+r} \frac{y}{x} dx = \frac{\mu_0 I}{2\pi} \int_r^{a+r} \left(\frac{b}{a} - \frac{br}{ax} \right) dx = \frac{\mu_0 I}{2\pi} \left(b - \frac{br}{a} \ln \frac{a+r}{r} \right) \quad 6 \text{分}$$

$$\mathcal{E} = -\frac{d\Phi}{dt} = \frac{\mu_0 I b}{2\pi a} \left(\ln \frac{a+r}{r} - \frac{a}{a+r} \right) \frac{dr}{dt} \quad 3 \text{分}$$

当 $r=d$ 时, $\mathcal{E} = \frac{\mu_0 I b}{2\pi a} \left(\ln \frac{a+d}{d} - \frac{a}{a+d} \right) v$

方向: $ACBA$ (即顺时针)

1分

18. (本题5分)(4369)

解: 设相对速度为 v . 由

$$t'_2 = \frac{t_2 - (v/c^2)x_2}{\sqrt{1 - (v/c)^2}}$$

$$t'_1 = \frac{t_1 - (v/c^2)x_1}{\sqrt{1 - (v/c)^2}}$$

则有

$$t'_2 - t'_1 = \frac{(t_2 - t_1) - (v/c^2)(x_2 - x_1)}{\sqrt{1 - (v/c)^2}} \quad 2 \text{分}$$

由题意

$$t'_2 = t'_1$$

有

$$(t_2 - t_1) - [v(x_2 - x_1)/c^2] = 0$$

$$\frac{v}{c} = \frac{c(t_2 - t_1)}{x_2 - x_1} = 0.4$$

则

$$v = 0.4c$$

3分

哈工大资源分享

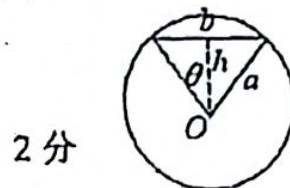
QQ 2842305604

三 理论推导 (10分)

19. (本题 5分)(2272)

证: n 边正多边形线圈每一边长在圆心处的磁感强度的大小相等, 方向相同.

$$\begin{aligned} dB &= \frac{\mu_0 I}{4\pi h} (\sin \theta + \sin \theta) = \frac{\mu_0 I}{2\pi h} \sin \theta \\ &= \frac{\mu_0 I}{2\pi h} \cdot \frac{1}{2} \frac{b}{a} = \frac{\mu_0 I b}{4\pi a h} = \frac{\mu_0 I}{2\pi a} \operatorname{tg} \theta \end{aligned}$$



2分

所以 n 多边形的线圈的 B 为

$$B = n dB = \frac{n\mu_0 I \operatorname{tg} \theta}{2\pi a}$$

$$\because 2\theta = 2\pi/n \quad \theta = \pi/n$$

$$\therefore B = \frac{n\mu_0 I \operatorname{tg}(\pi/n)}{2\pi a}$$

2分

当 $n \rightarrow \infty$, $\operatorname{tg}(\pi/n) \rightarrow \pi/n$, $B = \mu_0 I i / (2a)$

即外接圆电流的磁场.

1分

大物实验群

290028380

20. (本题 5分)(1030)

答: 静电场中某点电势在数值上等于单位正电荷置于该点所具有的电势能. 电势能的改变是以电场力做功来度量的, 电势能只是一个相对的量, 因而电势也是一个相对的量. 故必须选定一个电势零点, 而静电场中某点的电势就等于该点与电势零点之间的电势差.

5分

大学物理 I、II 补考试题

学号	
班号	
姓名	

题号	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	总分
分数											

一、填空题 (共 40 分)

1. (本题 3 分)

注意
行为
规范

一物体作斜上抛运动, 初速度 \vec{v}_0 与水平方向夹角为 θ 。则物体在轨道最高点的曲率半径 $\rho =$ _____。

大物实验群

290028380

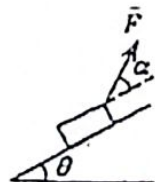
2. (本题 3 分)

若把氢原子的核外电子轨道看作是圆轨道, 已知基态氢原子的电子轨道半径 $r = 0.53 \times 10^{-10} \text{ m}$, 速度大小 $v = 2.18 \times 10^8 \text{ m/s}$, 则对应的轨道磁矩的大小为 _____。

3. (本题 4 分)

遵守
考场
纪律

如图所示, 一斜面倾角为 θ , 用与斜面成 α 角的恒力 \vec{F} 将一质量为 m 的物体沿斜面拉升了高度 h , 物体与斜面间的摩擦系数为 μ 。摩擦力在此过程中所做的功为 $A_f =$ _____。



4. (本题 4 分)

一匀质矩形薄板, 在它静止时测得其长为 a , 宽为 b , 质量为 m_0 , 由此可算出其质量面密度为 $\frac{m_0}{ab}$ 。假设该薄板沿长度方向以接近光速的速度 \vec{v} 做匀速直线运动, 此时再测算该薄板的质量面密度则为 _____。

5. (本题 4 分)

两个电容器 1 和 2, 串联以后接上电动势恒定的电源充电。在电源保持连接的情况下, 若把电介质充入电容器 2 中, 则电容器 1 上的电势差 _____; 电容器 1 极板上的电荷 _____。(填增大、减小、不变)

主管
领导
审核
签字

6. (本题4分)

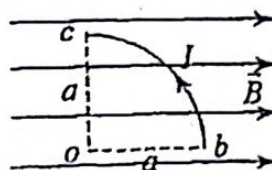
一个长度为 l m 的均匀直棒, 可绕其一端与棒垂直的水平光滑固定轴转动。抬起另一端使棒向上与水平面成 60° 角, 然后无初转速地将棒释放。已知棒对轴的转动惯量为 $J = \frac{1}{3}ml^2$, 其中 m 和 l 分别是棒的质量和长度。则:

- (1) 放手时棒的角加速度 $\beta =$ _____;
 (2) 棒转到水平位置时的角速度 $\omega =$ _____。

软件分享群
626648181

7. (本题4分)

有一个半径为 a , 流过稳恒电流为 I 的 $1/4$ 圆弧形载流导线 bc , 按图示方式置于均匀磁场 \vec{B} 中, 则该载流导线所受的安培力的大小为 _____。



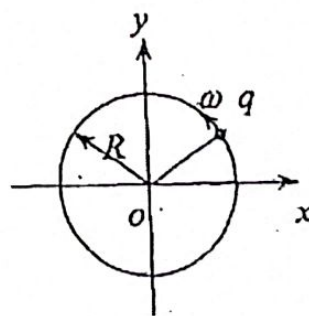
资源共享QQ1D
HGDZYFXZ

8. (本题4分)

一个不带电的金属球壳, 内、外半径分别为 R_1 和 R_2 。今在中心处放置一电量为 q 的点电荷, 则球壳的电势 $U =$ _____。

9. (本题4分)

如图所示, 一电量为 q 的点电荷以匀角速度 ω 作匀速圆周运动, 圆的半径为 R 。设 $t=0$ 时, 点电荷 q 所在点的坐标为 $x_0 = R, y_0 = 0$, 以 \vec{i} 、 \vec{j} 分别表示 x 轴和 y 轴上的单位矢量, 则圆心 O 点处位移电流密度为 _____。



题9图

10. (本题6分)

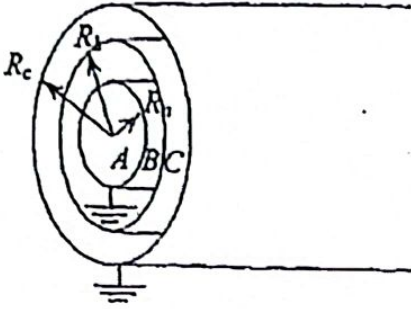
一个力 \vec{F} 作用在质量为 1.0kg 的质点上, 使之沿 X 轴运动。已知在此力作用下质点的运动方程为 $x = 3t - 4t^2 + t^3$ (SI)。在 0 到 4s 的时间间隔内。(1) 力 \vec{F} 的冲量大小 $I =$ _____, (2) 力 \vec{F} 对质点所作的功 $A =$ _____。

二、计算题 (共 50 分)

11. (本题 10 分)

如图所示, 三个“无限长”的同轴导体圆柱面 A、B、C, 半径分别为 R_a 、 R_b 、 R_c 。圆柱面 B 上带电荷, A 和 C 都接地。

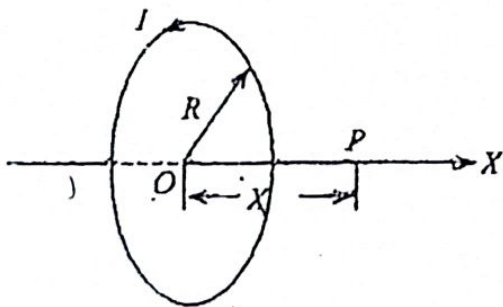
求: B 的内表面上电荷线密度 λ_1 和外表面电荷线密度 λ_2 之比值 $\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = ?$



HIT 联小站
QQ 302753320

12. (本题 10 分)

一个半径为 R 、通有电流 I 的载流圆线圈。求它在过圆心垂直于圆面轴上一点 P 产生的磁感应强度 \vec{B} 的大小和方向。

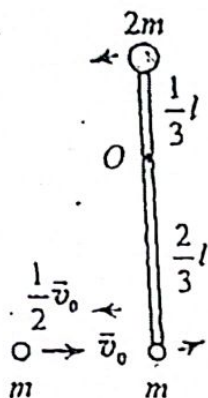


读书交流群
735695322

13. (本题 10 分)

如图所示, 长为 l 的轻杆, 两端各固定质量分别为 m 和 $2m$ 的小球。杆可绕水平光滑固定轴 O 在竖直面内转动。转轴 O 距两端分别为 $\frac{1}{3}l$ 和 $\frac{2}{3}l$ 。轻杆原来静止在竖直位置, 今有一个质量为 m 的小球, 以水平速度 \bar{v}_0 与杆下端小球 m 作对心碰撞, 碰后以 $\frac{1}{2}\bar{v}_0$ 的速度返回。试求: (1) 碰撞前小球 m 对转轴 O 的角动量? (2) 碰撞后轻杆所获得的角速度?

资源分享 QQ 1D
HGDZYFXZ

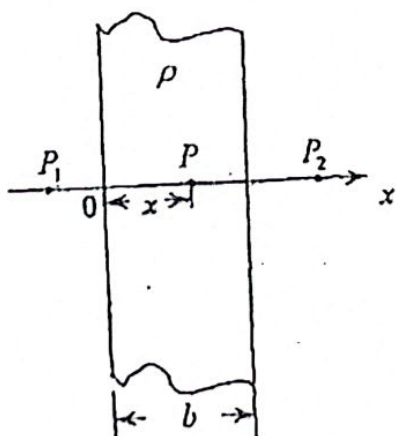


14. (本题 10 分)

如图所示, 一厚度为 b 的“无限大”带电平板, 其电荷体密度分布为 $\rho = kx$ ($0 \leq x \leq b$), 式中 k 为一正的常数。

求: (1) 平板外两侧任一点 P_1 和 P_2 处的电场强度的大小;
(2) 平板内任一点 P 处的电场强度的大小。

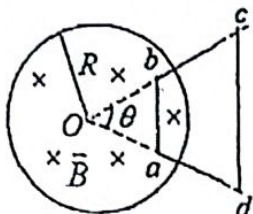
工大资源分享
QQ 2842305604



15. (本题 10 分)

均匀磁场 \vec{B} 被限制在半径 $R=10\text{cm}$ 的无限长圆柱空间内, 方向垂直纸面向里。取一固定的等腰梯形闭合导体回路 $abcd$, 梯形所在平面的法向与圆柱空间的轴平行, 位置如图所示。

设磁感强度以 $\frac{dB}{dt}=1\text{T}\cdot\text{s}^{-1}$ 的匀速率增加, 已知 $\theta=\frac{\pi}{3}$, $\overline{Oa}=\overline{Ob}=6\text{cm}$,



求: (1) 等腰梯形闭合导体回路中各段导体上的感生电动势的大小和方向。

(2) 闭合回路的感生电动势的大小和方向。

软件分享群

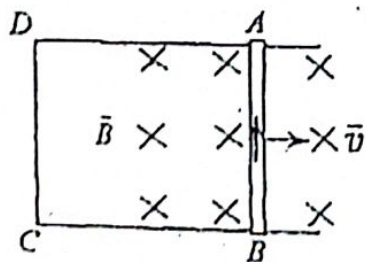
626648181

三、回答问题 (共 10 分)

16. (本题 5 分)

如图所示, 金属棒 AB 在光滑的导轨上以速度 \vec{v} 向右运动, 从而形成了闭合导体回路 $ABCD$, 楞次定律告诉我们, AB 棒中出现的感应电流是自 B 点流向 A 点的。

有人说: 电荷总是从高电势流向低电势。因此, B 点的电势应高于 A 点的电势。你说这种说法对吗? 为什么?



校学生会

QQ 3448756836

试题:

班号:

姓名:

17. (本题 5 分)

爱因斯坦的狭义相对论的两条基本原理的内容是:

(1)

(2)

软件分享群

626648181

紫丁香影院

QQ 1689929593

学缘文化用品



大学物理 II 试题

学号	
班号	
姓名	

题号	填空	计算题										简答		总分	折合分	
		10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20				
分数																
签字																

得分	签字

一、填空题 (共 30 分)

注
意
行
为
规
范

遵
守
考
场
纪
律

主管
领导
审核
签字

1 (本题 4 分)

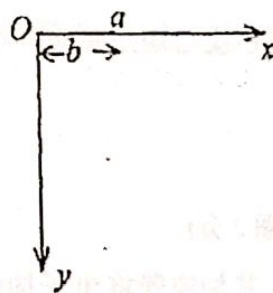
一半径为 0.2m 的圆盘绕中心轴转动的运动方程为 $\theta = 2 + 2t + 2t^2$ (rad), 则初始时刻的角速度为 _____, 任意时刻的角加速度为 _____, 第 2 秒末圆盘边缘质点的切向加速度大小为 _____, 法向加速度大小为 _____。

2 (本题 4 分)

质量 $m=1.0$ Kg 的物体在坐标原点处静止出发沿水平面内 x 轴运动, 物体受到一个外力 $F = (3+2x)i$ (N) 的作用, 则在物体开始运动的 3.0m 内, 外力所做的功 $A =$ _____, 当 $x=3.0$ m 时, 其速率为 _____。

3 (本题 4 分)

如图所示, x 轴沿水平方向, y 轴竖直向下, 在 $t=0$ 时刻将质量为 m 的质点由 a 处静止释放, 让它自由下落, 则在任意时刻 t , 质点所受的对原点 O 的力矩



$\vec{M} =$ _____; 在任意时刻 t , 质点对原点 O

的角动量 $\vec{L} =$ _____。

4 (本题 3 分)

牛郎星距离地球约 16 光年, 宇宙飞船若以 _____ 的匀速度飞行, 将用 4 年的时间(宇宙飞船上的钟指示的时间)抵达牛郎星。

试题:

班号:

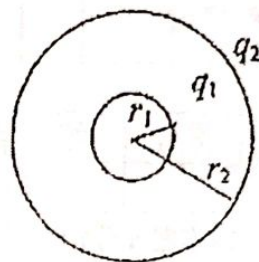
姓名:

5(本题3分)

一质量为 M 的质点沿 x 轴正向运动, 假设该质点通过坐标为 x 的位置时速度的大小为 kx (k 为正值常量), 则此时作用于该质点上的力 $F =$ _____, 该质点从 $x = x_0$ 点出发运动到 $x = x_1$ 处所经历的时间 $\Delta t =$ _____.

6(本题3分)

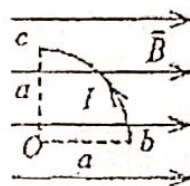
如图所示, 两同心带电球面, 内球面半径为 $r_1 = 5 \text{ cm}$, 带电荷 $q_1 = 3 \times 10^{-8} \text{ C}$; 外球面半径为 $r_2 = 20 \text{ cm}$, 带电荷 $q_2 = -6 \times 10^{-8} \text{ C}$, 设无穷远处电势为零, 则空间另一电势为零的球面半径 $r =$ _____.



7(本题3分)

有一半径为 a , 流过稳恒电流为 I 的 $1/4$ 圆弧形载流导线 bc , 按图示方式置于均匀外磁场 \vec{B} 中, 则该载流导线所受的

安培力大小为 _____.



8(本题3分)

有一根无限长直导线绝缘地紧贴在矩形线圈的中心轴 OO' 上,

则直导线与矩形线圈间的互感系数为 _____.



9(本题3分)

某加速器将电子加速到能量 $E = 2 \times 10^6 \text{ eV}$ 时, 该电子的动能 E_k

$=$ _____ eV.

(电子的静止质量 $m_e = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$, $1 \text{ eV} = 1.60 \times 10^{-19} \text{ J}$)

试题:

班号:

姓名:

三、计算题 (共 60 分)

校学生会

QQ 334 8756836

得分	签字

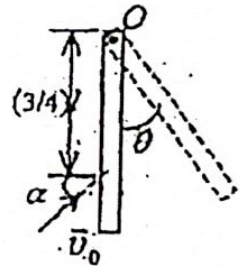
10 (本题 5.分)

一物体按规律 $x = ct^3$ 在流体媒质中作直线运动, 式中 c 为常量, t 为时间. 设媒质对物体的阻力正比于速度的平方, 阻力系数为 k , 试求物体由 $x=0$ 运动到 $x=l$ 时, 阻力所作的功.

得分	签字

11 (本题 10 分)

一质量为 M 、长为 l 的均匀细棒, 悬在通过其上端 O 且与棒垂直的水平光滑固定轴上, 开始时自由下垂, 如图所示. 现有一质量为 m 的小泥团以与水平方向夹角为 α 的速度 \vec{v}_0 击在棒长为 $3/4$ 处, 并粘在其上. 求:



- (1) 细棒被击中后的瞬时角速度;
- (2) 细棒摆到最高点时, 细棒与竖直方向间的夹角 θ .

资源分享 QQ 10
HGDZYFXZ

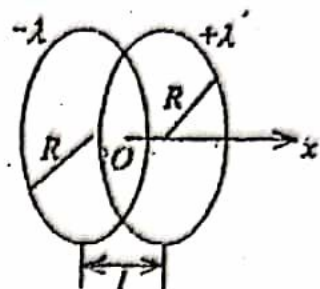
班号:

姓名:

得分	签字

12 (本题 5 分)

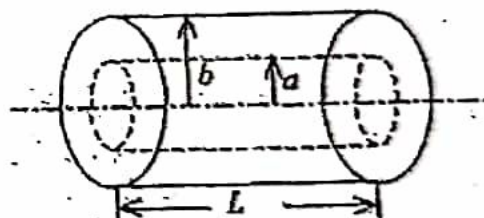
如图所示两个平行共轴放置的均匀带电圆环，它们的半径均为 R ，电荷线密度分别是 $+\lambda$ 和 $-\lambda$ ，相距为 l 。试求以两环的对称中心 O 为坐标原点垂直于环面的 x 轴上任一点的电势(以无穷远处为电势零点)。



得分	签字

13 (本题 10 分)

如图所示，一电容器由两个同轴圆筒组成，内筒半径为 a ，外筒半径为 b ，筒长都是 L ，中间充满相对介电常量为 ϵ_r 的各向同性均匀电介质。内、外筒分别带有等量异号电荷 $+Q$ 和 $-Q$ 。设 $(b-a) \ll a$ ， $L \gg b$ ，可以忽略边缘效应，求：



- (1) 圆柱形电容器的电容；
- (2) 电容器贮存的能量。

试题:

班号:

姓名:

得分	签字

14 (本题 5 分)

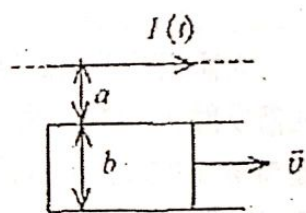
如图所示, 一无限长直导线通有电流 $I=10\text{ A}$, 在一处折成夹角 $\theta=60^\circ$ 的折线, 求角平分线上与导线的垂直距离均为 $r=0.1\text{ cm}$ 的 P 点处的磁感强度. ($\mu_0=4\pi\times 10^{-7}\text{ H}\cdot\text{m}^{-1}$)



得分	签字

15 (本题 10 分)

如图所示, 真空中一长直导线通有电流 $I(t)=I_0e^{-\lambda t}$ (式中 I_0 、 λ 为常量, t 为时间), 有一带滑动边的矩形导线框与长直导线平行共面, 二者相距 a . 矩形线框的滑动边与长直导线垂直, 它的长度为 b , 并且以匀速 \bar{v} (方向平行长直导线) 滑动. 若忽略线框中的自感电动势, 并设开始时滑动边与对边重合, 试求任意时刻 t 在矩形线框内的感应电动势 \mathcal{E}_i 并讨论 \mathcal{E}_i 方向.



试 题:

班 号:

姓 名:

得分	签 字

16 (本题 5 分)

一 体积为 V_0 ，质量为 m_0 的立方体沿其一棱的方向相对于观察者 A 以速度 v 运动。求：观察者 A 测得其密度是多少？

得分	签 字

17 (本题 5 分)

火箭相对于地面以 $v = 0.6c$ (c 为真空中光速) 的匀速度向上飞离地球。在火箭发射 $\Delta t' = 10$ s 后(火箭上的钟)，该火箭向地面发射一导弹，其速度相对于地面为 $v_1 = 0.3c$ ，问火箭发射后多长时间(地球上的钟)，导弹到达地球？计算中假设地面不动。

试 题:

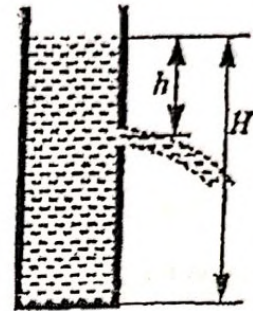
班 号:

姓 名:

得分	签 字

18 (本题 5 分)

如图所示,在水桶的侧壁开一小孔,桶的横截面远大于小孔,水从小孔中喷出。问:小孔开在何处时水喷得最远?



三、理论推导与证明题 (共 10 分)

得分	签 字

19 (本题 5 分)

试阐述为什么质点系中的内力不能改变质点系的总动量。

试题:

班号:

姓名:

得分	签字

20 (本题 5 分)

利用“点电荷”证明静电场力为保守力。

2011 年春季期末大学物理 II 答案

一、填空题

1. (本题 4 分)

$(2+4t) \text{ rad/s}$

4 rad/s^2

0.8 m/s^2

分

2m/s^2

分

2. (本题 4 分)

18J

6m/s

3. (本题 4 分)

$mg b \vec{k}$

$mg b t \vec{k}$

4. (本题 3 分)

$2.91 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

5. (本题 3 分)

$Mk^2 x$

$\frac{1}{k} \ln \frac{x_1}{x_0}$

6. (本题 3 分)

10 cm

7. (本题 3 分)

aIB

8. (本题 3 分)

0

9. (本题 3 分)

1.49×10^6

二、计算题

10. (本题 5 分)

1 分

1 分

1

1

2 分

2 分

2 分

2 分

3 分

1 分

2 分

3 分

3 分

3 分

3 分

解: 由 $x=ct^3$ 可求物体的速度: $v = \frac{dx}{dt} = 3ct^2$ 1分

物体受到的阻力大小为: $f = kv^2 = 9kc^2t^4 = 9kc^{\frac{2}{3}}x^{\frac{4}{3}}$ 2分

力对物体所作的功为:

$$W = \int dW = \int -9kc^{\frac{2}{3}}x^{\frac{4}{3}}dx = \frac{-27kc^{\frac{2}{3}}l^{\frac{7}{3}}}{7} \quad 2分$$

11. (本题 10 分)

解: (1) 选细棒、泥团为系统. 泥团击中后其转动惯量为

$$J = \frac{1}{3}Ml^2 + m\left(\frac{3}{4}l\right)^2 \quad 1分$$

在泥团与细棒碰撞过程中对轴 O 的角动量守恒

$$mv_0 \cdot \left(\frac{3}{4}l\right) \cos \alpha = J\omega \quad 2分$$

$$\therefore \omega = \frac{mv_0 \cos \alpha \cdot \left(\frac{3}{4}l\right)}{\frac{1}{3}Ml^2 + \left(\frac{9}{16}\right)ml^2} = \frac{36mv_0 \cos \alpha}{(16M + 27m)l} \quad 2分$$

(2) 选泥团、细棒和地球为系统, 在摆起过程中, 机械能守恒.

$$\frac{1}{2}J\omega^2 = \frac{1}{2}Mgl(1 - \cos \theta) + \left(\frac{3}{4}m\right)gl(1 - \cos \theta) \quad 3分$$

$$(1 - \cos \theta) = \frac{\frac{1}{2}\left(\frac{1}{3}Ml^2 + \frac{9}{16}ml^2\right)\omega^2}{\frac{1}{2}Mgl + \frac{3}{4}mgl}$$

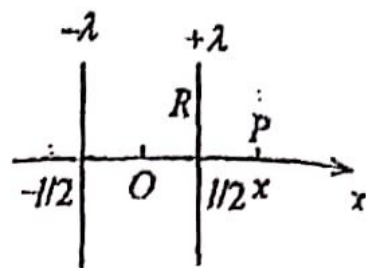
$$\begin{aligned} \therefore \theta &= \cos^{-1} \left[1 - \frac{(16M + 27m)l\omega^2}{(48M + 72m)g} \right] \\ &= \cos^{-1} \left[1 - \frac{54m^2v_0^2 \cos^2 \alpha}{(2M + 3m)(16M + 27m)gl} \right] \quad 2分 \end{aligned}$$

12. (本题 5 分)

解：设轴线上任意点 P 的坐标为 x ，两带电圆环在 P 点产生的电势分别为：

$$U_+ = \frac{\lambda R}{2\epsilon_0 \sqrt{(x-1/2)^2 + R^2}} \quad 2 \text{分}$$

$$U_- = \frac{-\lambda R}{2\epsilon_0 \sqrt{(x+1/2)^2 + R^2}} \quad 2 \text{分}$$



由电势叠加原理， P 点的电势为

$$U = U_+ + U_- = \frac{\lambda R}{2\epsilon_0} \left[\frac{1}{\sqrt{(x-1/2)^2 + R^2}} - \frac{1}{\sqrt{(x+1/2)^2 + R^2}} \right] \quad 1 \text{分}$$

13. (本题 10 分)

解：由题给条件 $(b-a) \ll a$ 和 $L \gg b$ ，忽略边缘效应，应用高斯定理可求出两筒之间的场强为：

$$E = Q / (2\pi\epsilon_0\epsilon_r L r) \quad 3 \text{分}$$

两筒间的电势差

$$U = \int_a^b \frac{Q}{2\pi\epsilon_0\epsilon_r L r} dr = \frac{Q}{2\pi\epsilon_0\epsilon_r L} \ln \frac{b}{a} \quad 3 \text{分}$$

电容器的电容

$$C = Q/U = (2\pi\epsilon_0\epsilon_r L) / [\ln(b/a)] \quad 2 \text{分}$$

电容器贮存的能量

$$W = \frac{1}{2} CU^2 = [Q^2 / (4\pi\epsilon_0\epsilon_r L)] \ln(b/a) \quad 2 \text{分}$$

14. (本题 5 分)

解： P 处的 \vec{B} 可以看作是两载流直导线所产生的， \vec{B}_1 与 \vec{B}_2 的方向相同。

$$B = B_1 + B_2 = \frac{\mu_0 I}{4\pi r} [\sin 60^\circ - \sin(-90^\circ)] + \frac{\mu_0 I}{4\pi r} [\sin 90^\circ - \sin(-60^\circ)] \quad 3 \text{分}$$

$$= 2 \frac{\mu_0 I}{4\pi r} (\sin 90^\circ + \sin 60^\circ) = 3.73 \times 10^{-3} \text{ T} \quad 1 \text{分}$$

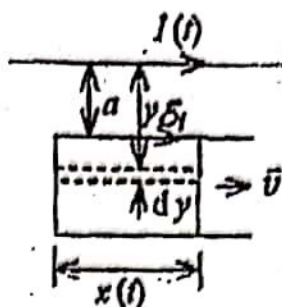
方向垂直纸面向上。

1分

15. (本题 10 分)

解：线框内既有感生又有动生电动势。设顺时针绕向为 \mathcal{E}_i 的正方向。由 $\mathcal{E}_i = -d\Phi/dt$ 出发，先求任意时刻 t 的 $\Phi(t)$

$$\begin{aligned}\Phi(t) &= \int \vec{B} \cdot d\vec{S} \\ &= \int_a^{a+b} \frac{\mu_0 I(t)}{2\pi y} x(t) dy \quad 2 \text{分} \\ &= \frac{\mu_0}{2\pi} I(t) x(t) \ln \frac{a+b}{a} \quad 2 \text{分}\end{aligned}$$



再求 $\Phi(t)$ 对 t 的导数：

$$\begin{aligned}\frac{d\Phi(t)}{dt} &= \frac{\mu_0}{2\pi} \left(\ln \frac{a+b}{a} \right) \left(\frac{dI}{dt} x + I \frac{dx}{dt} \right) \\ &= \frac{\mu_0}{2\pi} I_0 e^{-\lambda t} v (1 - \lambda t) \ln \frac{a+b}{a} \quad (x = vt)\end{aligned}$$

$$\therefore \mathcal{E}_i = -\frac{d\Phi}{dt} = \frac{\mu_0}{2\pi} v I_0 e^{-\lambda t} (\lambda t - 1) \ln \frac{a+b}{a} \quad 4 \text{分}$$

\mathcal{E}_i 方向： $\lambda t < 1$ 时，逆时针； $\lambda t > 1$ 时，顺时针。 2分

16. (本题 5 分)

解：设立方体的长、宽、高分别以 x_0, y_0, z_0 表示，观察者 A 测得立方体的长、

宽、高分别为 $x = x_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}, y = y_0, z = z_0.$

相应体积为 $V = xyz = V_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ 3分

观察者 A 测得立方体的质量 $m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$

故相应密度为 $\rho = m/V = \frac{m_0 / \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}{V_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{m_0}{V_0 (1 - \frac{v^2}{c^2})}$ 2分

17. (本题 5 分)

解：按地球的钟，导弹发射的时间是在火箭发射后

$$\Delta t_1 = \frac{\Delta t'}{\sqrt{1-(v/c)^2}} = 12.5 \text{ s} \quad 3 \text{ 分}$$

这段时间火箭在地面上飞行距离： $S = v \cdot \Delta t_1$

则导弹飞到地球的时间是：

$$\Delta t_2 = \frac{S}{v_1} = \frac{v}{v_1} \Delta t_1 = 25 \text{ s} \quad 1 \text{ 分}$$

那么从火箭发射后到导弹到达地面的时间是：

$$\Delta t = \Delta t_1 + \Delta t_2 = 12.5 + 25 = 37.5 \text{ s} \quad 1 \text{ 分}$$

18. (本题 5 分)

解：忽略水池液面下降的速度，由伯努利方程

$$p_0 + \rho gh = p_0 + \frac{1}{2} \rho v^2 \quad 2 \text{ 分}$$

$$v^2 = 2gh$$

由 $H - h = \frac{1}{2} gt^2$ 和 $x = vt$ 得

$$gx^2 = 2(H - h)v^2$$

解得 $x = 2\sqrt{h(H - h)} \quad 2 \text{ 分}$

由 $\frac{dx}{dh} = 0$ 得 $h = \frac{H}{2} \quad 1 \text{ 分}$

三、理论推导与证明题

19. (本题 5 分)

答：质点系中的内力总是成对出现的。根据牛顿第三定律一对内力的大小相等，方向相反，分别作用在两个质点上。

这两个质点将受到等值反号的冲量（作用时间是相同的）。根据动量定理这两个质点的动量变化一定是等值反号的，因此它们的总动量变化一定是零即两质点的相互作用力不改变它们的总动量。

上述分析对系统内任一对质点都成立，其总结果就是系统内力不改变系统的总动量。

20. (本题 5 分) 参考书上的推导

解：按地球的钟，导弹发射的时间是在火箭发射后

$$\Delta t_1 = \frac{\Delta t'}{\sqrt{1-(v/c)^2}} = 12.5 \text{ s} \quad 3 \text{ 分}$$

这段时间火箭在地面上飞行距离： $S = v \cdot \Delta t_1$

则导弹飞到地球的时间是：

$$\Delta t_2 = \frac{S}{v_1} = \frac{v}{v_1} \Delta t_1 = 25 \text{ s} \quad 1 \text{ 分}$$

那么从火箭发射后到导弹到达地面的时间是：

$$\Delta t = \Delta t_1 + \Delta t_2 = 12.5 + 25 = 37.5 \text{ s} \quad 1 \text{ 分}$$

18. (本题 5 分)

解：忽略水池液面下降的速度，由伯努利方程

$$p_0 + \rho gh = p_0 + \frac{1}{2} \rho v^2 \quad 2 \text{ 分}$$

$$v^2 = 2gh$$

由 $H - h = \frac{1}{2} gt^2$ 和 $x = vt$ 得

$$gx^2 = 2(H - h)v^2$$

解得 $x = 2\sqrt{h(H - h)} \quad 2 \text{ 分}$

由 $\frac{dx}{dh} = 0$ 得 $h = \frac{H}{2} \quad 1 \text{ 分}$

三、理论推导与证明题

19. (本题 5 分)

答：质点系中的内力总是成对出现的。根据牛顿第三定律一对内力的大小相等，方向相反，分别作用在两个质点上。

这两个质点将受到等值反号的冲量（作用时间是相同的）。根据动量定理这两个质点的动量变化一定是等值反号的，因此它们的总动量变化一定是零即两质点的相互作用力不改变它们的总动量。

上述分析对系统内任一对质点都成立，其总结果就是系统内力不改变系统的总动量。

20. (本题 5 分) 参考书上的推导