

# 南京航空航天大学

## 2018 年硕士研究生入学考试初试试题 ( A 卷 )

科目代码: 811

满分: 150 分

科目名称: 普通物理

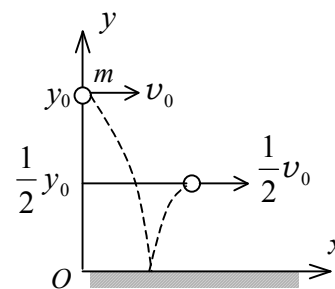
注意: ①认真阅读答题纸上的注意事项; ②所有答案必须写在答题纸上, 写在本试题纸或草稿纸上均无效; ③本试题纸须随答题纸一起装入试题袋中交回!

### 一 填空题 (每题 3 分, 共 75 分)

1 已知质点的运动学方程为  $\vec{r} = (5 + 2t - \frac{1}{2}t^2)\vec{i} + (4t + \frac{1}{3}t^3)\vec{j}$  (SI), 当  $t = 2$  s 时, 加速度的大小为  $a =$ \_\_\_\_\_。

2 以初速率  $v_0$ 、抛射角  $\theta_0$  抛出一物体, 则其抛物线轨道最高点处的曲率半径为\_\_\_\_\_。(重力加速度  $g$  为已知常数。)

3 质量为  $m$  的小球自高为  $y_0$  处沿水平方向以速率  $v_0$  抛出, 与地面碰撞后跳起的最大高度为  $\frac{1}{2}y_0$ , 水平速率为  $\frac{1}{2}v_0$ , 则碰撞过程中地面对小球的竖直冲量的大小为\_\_\_\_\_。(重力加速度  $g$  为已知常数。)



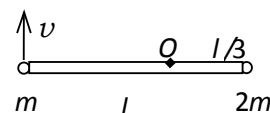
第 3 题图

4 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  $v =$ \_\_\_\_\_。(已知重力加速度  $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ )

5 地球的质量为  $m$ , 太阳的质量为  $M$ , 地心与日心的距离为  $R$ , 引力常量为  $G$ , 则地球绕太阳作圆周运动的轨道角动量为  $L =$ \_\_\_\_\_。

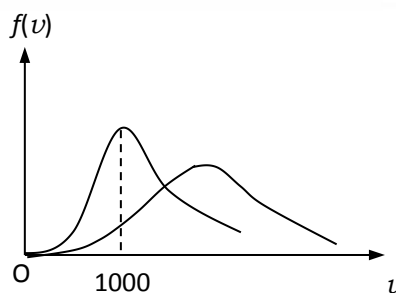
6 半径为  $r = 1.5 \text{ m}$  的飞轮, 初角速度  $\omega_0 = 10 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$ , 角加速度  $\alpha = -5 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-2}$ , 则在  $t =$ \_\_\_\_\_时角位移为零。

7 质量分别为  $m$  和  $2m$  的两物体(都可视为质点), 用一长为  $l$  的轻质刚性细杆相连, 系统绕通过杆且与杆垂直的竖直固定轴  $O$  转动, 已知  $O$  轴离质量为  $2m$  的质点的距离为  $\frac{1}{3}l$ , 质量为  $m$  的质点的线速度为  $v$  且与杆垂直, 则该系统对转轴的角动量(动量矩)大小为\_\_\_\_\_。



第 7 题图

8 图示的曲线分别表示了氢气和氦气在同一温度下分子速率的分布情况。由图可知，氢气分子的最概然速率为\_\_\_\_\_。（已知氢气的摩尔质量是  $2.0 \times 10^{-3} \text{ kg}$ ，氦气的摩尔质量是  $4.0 \times 10^{-3} \text{ kg}$ 。）

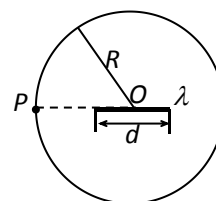


第 8 题图

9 3 mol 的理想气体开始时处在压强  $p_1 = 6 \text{ atm}$ 、温度  $T_1 = 500 \text{ K}$  的平衡态。经过一个等温过程，压强变为  $p_2 = 3 \text{ atm}$ 。该气体在此等温过程中吸收的热量为  $Q = \underline{\hspace{2cm}}$  J。（普适气体常数  $R = 8.31 \text{ J} / (\text{mol} \cdot \text{K})$ 。）

10 可逆卡诺热机可以逆向运转。逆向循环时，从低温热源吸热，向高温热源放热，而且吸的热量和放出的热量等于它正循环时向低温热源放出的热量和从高温热源吸的热量。设高温热源的温度为  $T_1 = 450 \text{ K}$ ，低温热源的温度为  $T_2 = 300 \text{ K}$ ，卡诺热机逆向循环时从低温热源吸热  $Q_2 = 400 \text{ J}$ ，则该卡诺热机逆向循环一次外界必须做功  $W = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

11 真空中一均匀带电直线长为  $d$ ，电荷线密度为  $+\lambda$ ，以导线中点  $O$  为球心， $R$  为半径 ( $R > d$ ) 作一球面，如图所示，则通过该球面的电场强度通量为\_\_\_\_\_。（真空的电容率  $\epsilon_0$  为已知常数。）



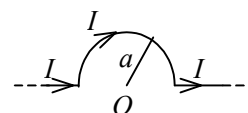
11 题图

12 真空中一半径为  $R$  的均匀带电圆盘，电荷面密度为  $\sigma$ ，设无穷远处为电势零点，则圆盘中心  $O$  点的电势  $U = \underline{\hspace{2cm}}$ 。（真空的电容率  $\epsilon_0$  为已知常数。）

13 一质量为  $m$ ，电荷为  $q$  的粒子，从电势为  $U_A$  的  $A$  点，在电场力作用下运动到电势为  $U_B$  的  $B$  点。若粒子到达  $B$  点时的速率为  $v_B$ ，则它在  $A$  点时的速率  $v_A = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

14 两个点电荷在真空中相距  $d_1 = 7 \text{ cm}$  时的相互作用力与在煤油中相距  $d_2 = 5 \text{ cm}$  时的相互作用力相等，则煤油的相对介电常量（相对电容率） $\epsilon_r = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

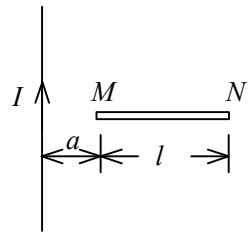
15 在真空中，将一根无限长载流导线在一平面内弯成如图所示的形状，其弯曲部分半径为  $a$ ，并通以电流  $I$ ，则圆心  $O$  点的磁感强度  $B$  的值为\_\_\_\_\_。（真空的磁导率  $\mu_0$  为已知常数。）



15 题图

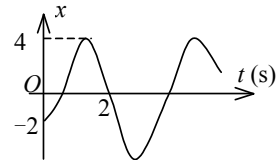
16 已知面积相等的载流圆线圈与载流正方形线圈的磁矩之比为 2:1，圆线圈在其中心处产生的磁感强度为  $B_0$ ，正方形线圈边长为  $a$ ，那么正方形线圈在磁感强度为  $\vec{B}$  的均匀外磁场中所受最大磁力矩为\_\_\_\_\_。（已知真空磁导率为  $\mu_0$ ）

17 如图所示,一段长度为  $l$  的直导线  $MN$ ,水平放置在载电流为  $I$  的竖直长导线旁与竖直导线共面,并从静止由图示位置自由下落,则  $t$  秒末导线两端的电势差  $U_M - U_N =$  \_\_\_\_\_。(真空的磁导率  $\mu_0$  为已知常数。)



17 题图

18 一质点作简谐振动。其振动曲线如图所示。根据此图,它的周期  $T =$  \_\_\_\_\_。



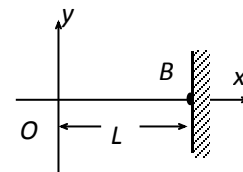
18 题图

19 一质点同时参与了两个同方向的简谐振动,它们的振动方程分别为  $x_1 = 0.05 \cos(\omega t + \frac{\pi}{4})$ ,  $x_2 = 0.05 \cos(\omega t + \frac{3\pi}{4})$  (SI)。其合成运动的运动方程为  $x =$  \_\_\_\_\_。

20 设沿弦线传播的一入射波的表达式为:

$$y_1 = A \cos[2\pi(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}) + \phi]$$

波在  $x = L$  处 ( $B$  点) 发生反射,反射点为固定端 (如图)。设波在传播和反射过程中振幅不变,则反射波的表达式为  $y_2 =$  \_\_\_\_\_。



20 题图

21 一简谐波沿  $Ox$  轴负方向传播, $x$  轴上  $P_1$  点处的振动方程为  $y_{P_1} = 0.04 \cos(\pi t - \frac{1}{2}\pi)$  (SI)。 $x$  轴上  $P_2$  点的坐标减去  $P_1$  点的坐标等于  $3\lambda/4$  ( $\lambda$  为波长),则  $P_2$  点的振动方程为 \_\_\_\_\_。

22 在双缝干涉实验中,若两缝的间距为所用光波波长的  $N$  倍,观察屏到双缝的距离为  $D$ ,则屏上相邻明纹的间距为 \_\_\_\_\_。

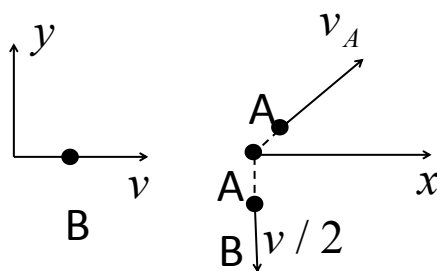
23 在迈克耳孙干涉仪的一支光路中,放入一片折射率为  $n$  的透明介质薄膜后,测出两束光的光程差的改变量为一个波长  $\lambda$ ,则薄膜的厚度是 \_\_\_\_\_。

24 平行单色光垂直入射在缝宽为  $a = 0.15\text{mm}$  的单缝上。缝后有焦距为  $f = 400\text{mm}$  的凸透镜,在其焦平面上放置观察屏幕。现测得屏幕上中央明条纹两侧的两个第三级暗纹之间的距离为  $8\text{mm}$ ,则入射光的波长为  $\lambda =$  \_\_\_\_\_。

25 一束自然光从空气投射到玻璃表面上(空气折射率为 1.0),当折射角为  $30^\circ$  时,反射光是完全偏振光,则此玻璃板的折射率等于 \_\_\_\_\_。

## 二 计算题（共 75 分）

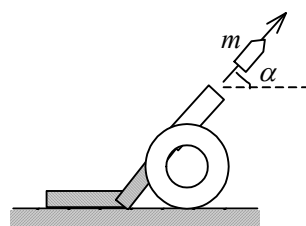
26（5 分） 光滑水平面上有两个质量不同的小球  $A$  和  $B$ 。 $A$  球静止， $B$  球以速度  $\vec{v}$  和  $A$  球发生碰撞，碰撞后  $B$  球速度的大小为  $\frac{1}{2}v$ ，方向与  $\vec{v}$  垂直，求碰撞后  $A$  球运动速度的大小和方向。



26 题图

27（10 分） 如图，水平地面上有一辆静止的炮车发射炮弹。炮车质量为  $M$ ，炮身仰角为  $\alpha$ ，炮弹质量为  $m$ ，炮弹刚出口时，相对于炮身的速度为  $u$ ，不计地面摩擦，

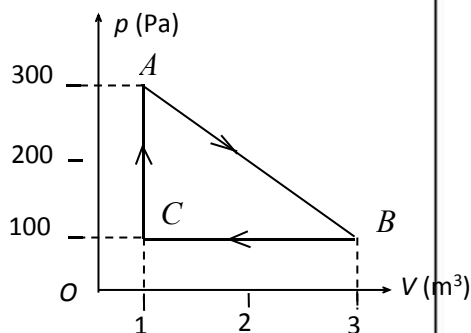
- (1) 求炮弹刚出口时，炮车的反冲速度大小；
- (2) 若炮筒长为  $l$ ，求发射过程中炮车移动的距离。



27 题图

28（10 分） 一定量的某种理想气体进行如图所示的循环过程。已知气体在状态  $A$  的温度为  $T_A = 600K$ ，求：

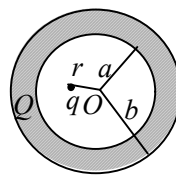
- (1) 气体在状态  $B$ 、 $C$  的温度；
- (2) 各过程中气体对外所作的功；
- (3) 经过整个循环过程，气体从外界吸收的总热量（各过程吸热的代数和）。



28 题图

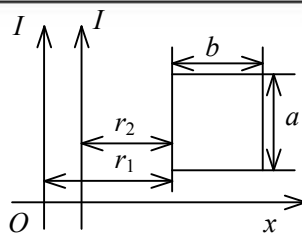
29（10 分） 如图所示，一内半径为  $a$ 、外半径为  $b$  的金属球壳，带有电荷  $Q$ ，在球壳空腔内距离球心  $r$  处有一点电荷  $q$ 。设无限远处为电势零点，试求：

- (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。



29 题图

30 (10分) 如图所示, 两条平行长直导线和一个矩形导线框共面。且导线框的一个边与长直导线平行, 它到两长直导线的距离分别为  $r_1$ 、 $r_2$ 。已知两导线中电流都为  $I = I_0 \sin \omega t$ , 其中  $I_0$  和  $\omega$  为常数,  $t$  为时间。导线框长为  $a$  宽为  $b$ , 求导线框中的感应电动势。

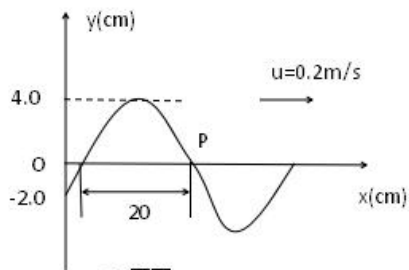


30 题图

31 (5分) 一物体作简谐振动, 其速度最大值  $v_m = 3 \times 10^{-2} \text{ m/s}$ , 其振幅  $A = 2 \times 10^{-2} \text{ m}$ 。若  $t = 0$  时, 物体位于平衡位置且向  $x$  轴的负方向运动。求该物体的振动表达式。

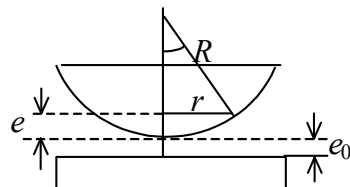
32 (10分) 图示为一沿  $x$  轴正向传播的平面简谐波在  $t = 0$  时刻的波形图, 求:

- (1) 该波的波动表达式;
- (2)  $P$  处质点的振动方程。



32 题图

33 (5分) 如图所示, 牛顿环装置的平凸透镜与平板玻璃有一小缝隙  $e_0$ 。现用波长为  $\lambda$  的单色光垂直照射, 已知平凸透镜的曲率半径为  $R$ , 求反射光形成的牛顿环的各暗环半径。



33 题图

34 (10分) 一束平行光垂直入射到某个光栅上, 该光束有两种波长的光,  $\lambda_1 = 440 \text{ nm}$ ,  $\lambda_2 = 660 \text{ nm}$ 。实验发现, 两种波长的谱线(不计中央明纹)第二次重合于衍射角  $\varphi = 60^\circ$  的方向上。求此光栅的光栅常数  $d$ 。