

南京航空航天大学

2015 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: 认真阅读答题纸上的注意事项; 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; 本试题纸须随答题纸一起装入试题袋中交回!

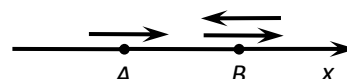
一、填空题 (每题 5 分, 共 80 分)

1. 一物体质量为 m , 从地球表面高度为 H 处由静止下落, 受空气的阻力 $f = kv^2$ (k 为大于零的常数), 则物体落到地面瞬间的速率 (1)。(设重力加速度 g 为已知)

2. 一双原子分子的势能函数为 $E_p(r) = E_0[(\frac{r_0}{r})^{12} - 2(\frac{r_0}{r})^6]$, 其中 r 为两原子间的距离, 则分子势能的极小值为 (2)。

3. 在半径为 R 、质量为 M 的静止水平圆盘的边缘上, 站一质量为 m 的人。圆盘可无摩擦地绕通过圆盘中心的竖直轴转动。当这人开始沿着与圆盘边缘以相对于圆盘的速度为 v' 匀速走动时, 则圆盘相对地面旋转的角速度为 (3)。(圆盘对中心竖直轴的转动惯量 $J = \frac{1}{2}MR^2$)

4. 如图所示, 一质点沿水平方向作谐振动, 在一个周期内相继通过 A 、 B 两点历时 $2s$, 并具有相同的速度; 再经过 $2s$ 后, 质点又从另一方向通过 B 点, 则质点的周期是 (4)。

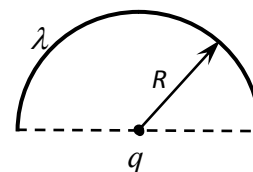


第 4 题图

5. 若 $f(v)$ 为处于平衡状态下理想气体分子的麦克斯韦速率分布函数, 则由此函数表示的速率在 $v_1 \sim v_2$ 区间的所有气体分子的方均根速率为 (5)。

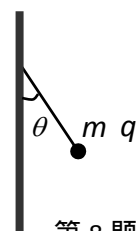
6. 1 mol 氦气 (视为刚性分子理想气体), 经历一过程方程为 $p = aV^2$ (a 为常量) 的热力学过程, 与此过程对应的摩尔热容为 (6)。(设普适气体常量 R 为已知)

7. 如图所示, 真空中有半径为 R 的均匀带电半圆环细线, 电荷线密度为 λ , 环心处有电量为 q 的点电荷, 两者共面, 则两带电体间相互作用的电场力大小为 $F =$ (7)。(设真空电容率 ϵ_0 为已知)



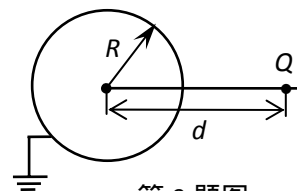
第 7 题图

8. 如图所示,真空中有一很大的均匀带电平板铅直放置,一小球质量为 m ,带电量为 q ,由细线悬挂在平板一侧,由于平板与小球间有电场力作用,小球悬线与平板间的夹角为 θ ,求平板上的电荷面密度 (8)。(设重力加速度 g 、真空电容率 ϵ_0 为已知)



第 8 题图

9. 如图所示,有一接地导体球,半径为 R ,距球心为 d 处有一点电荷 Q 。则导体球面上的感应电荷的电量为 (9)。

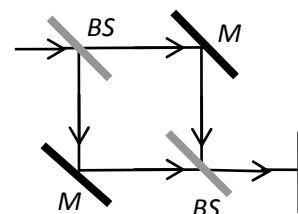


第 9 题图

10. 一半径为 R_1 的金属球带有正电荷 Q ,球外包围着一层同心的相对电容率(相对介电常数)为 ϵ_r 的均匀电介质球壳层,其内半径为 R_1 ,外半径为 R_2 ,在电介质内有一点 a 距离球心距离为 r_a ($r_a < R_2$),则 a 点的电势为 (10)。(设真空电容率 ϵ_0 为已知)

11. 真空中有电荷线密度为 λ 、半径为 R 的均匀带电圆环,则当圆环绕过圆心且与圆环平面垂直的轴以角速度 ω 转动时,运动电荷在环心处产生的磁感应强度的大小为 (11)。(设真空磁导率 μ_0 为已知)

12. 在马赫-曾德尔干涉仪的一条光路中,放入一折射率为 n ,厚度为 d 的透明介质薄片,则放入前后两光路的光程差改变 (12)。
(注:图中 BS 为分束镜, M 为全反射镜)



第 12 题图

13. 在夫琅禾费单缝衍射中,若缝宽为 a ,入射光波长为 λ ,狭缝后面凸透镜的焦距为 f ,若在衍射角 θ (设 θ 较小, $\sin\theta \approx \tan\theta$) 的方向上出现衍射的第 k 级暗条纹,则此暗条纹距透镜焦点的距离为 (13)。

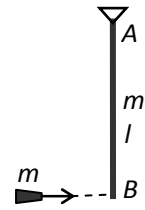
14. 白光(波长范围 $400\text{nm} \sim 760\text{nm}$) 垂直照射每毫米有 400 条缝的光栅,则该光栅后不重叠光谱的最大级次为 (14)。

15. 一束光以某一角度入射到两种透明介质的分界面上时,发现只有透射光而无反射光,则该束光的偏振状态为 (15-1),对应的入射角被称为 (15-2)。

16. 两偏振片的偏振化方向成 60° 角,自然光透射过两偏振片,如偏振片的偏振化方向有 10% 的吸收,则透射光与入射光强度之比为 (16)。

二、计算题（每题 10 分，共 70 分）

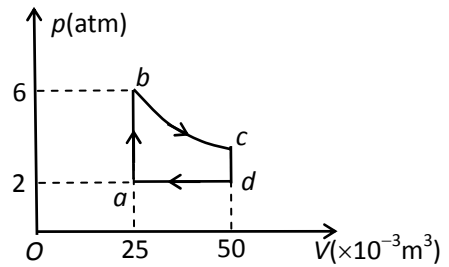
17. 长为 l ，质量为 m 的均质细杆 AB 悬挂于 A 点，且可绕过 A 点的定轴在竖直平面内自由转动，一块质量也为 m 的油灰以水平速度打在静止杆下端 B 点，并粘在一起。要使细杆能绕 A 转圈，求油灰碰撞的最小速度为多少？（细杆绕过端点轴的转动惯量 $J = \frac{1}{3}ml^2$ ）



第 17 题图

18. 弦线上有一列沿 x 轴正向传播的平面简谐横波，其振幅为 0.02m ，频率为 50Hz ，波速为 100m/s 。已知弦线上离坐标原点 0.5m 处的质点在 $t=0$ 时刻的位移为 0.01m ，且向 y 轴负方向运动。求：(1)该波的波长；(2) 该波的波函数。(3) 设该波传到距原点 10m 处的固定端时被全部反射，求反射波的波函数；(4) 两列波叠加形成的驻波在 $0 \leq x \leq 10\text{m}$ 区间内波节的位置坐标。

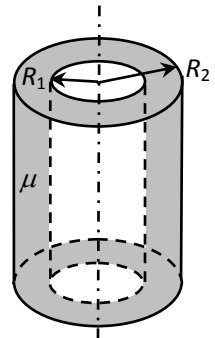
19. 气缸内贮有 2mol 水蒸汽(视为刚性分子理想气体)，经 $abcd$ 循环过程如图所示。其中 $a-b$ 、 $c-d$ 为等体过程， $b-c$ 为等温过程， $d-a$ 为等压过程。试求：(1) $d-a$ 过程中水蒸气作的功；(2) $a-b$ 过程中水蒸气内能的增量；(3) 循环过程水蒸气作的净功；(4) 循环效率。($1\text{atm} = 1.013 \times 10^5\text{Pa}$ ，普适气体常量 $R = 8.31\text{J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ， $\ln 2 = 0.693$)



第 19 题图

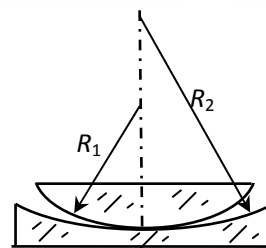
20. 一半径为 R 的“无限长”圆柱形带电体，其电荷体密度为 $\rho = Ar$ ($r \leq R$)，式中 A 为常量。试求：(1) 圆柱体内、外各点场强大小分布；(2) 选与圆柱轴线的距离为 a ($a > R$) 处为电势零点，计算圆柱体内、外各点的电势分布。(设圆柱体内、外的电容率均为真空电容率 ϵ_0)

21. 如图所示，一同轴电缆由半径分别为 R_1 、 R_2 的两个无限长同轴导体柱面组成，两柱面间充有磁导率为 μ 的均匀磁介质，在导体柱面上沿轴线方向通有大小相等、方向相反的电流 I 。求 (1) 在半径为 r ($R_1 < r < R_2$) 处的磁感应强度 $B = ?$ 磁场能量密度 $w_m = ?$ (2) r 处厚度为 dr 、高度为一个单位长度的圆柱薄壳中的磁场能量 $dW_m = ?$ (3) 磁介质中一个单位高度体积内的总磁场能量 $W_e = ?$



第 21 题图

22. 如图所示,曲率半径为 R_1 的凸透镜和曲率半径为 R_2 的凹透镜接触,在波长为 600nm 单色光照射下,两透镜之间的空气层形成牛顿环,测得某一暗环的直径为 30mm ,在它外边第五个暗环的直径为 40mm ,所用凸透镜的曲率半径为 500mm 。求凹透镜的曲率半径。



第 22 题图

23. 波长为 500nm 的单色光,垂直入射在光栅上,若要求第 4 级谱线的衍射角为 30° , (1) 求光栅每毫米应有多少条狭缝? (2) 如果入射光为准单色光,波长有一分布范围 $495\text{nm}\sim 505\text{nm}$, 求第一级谱线衍射角的分布范围? (3) 该光栅所能看到的准单色光的最大衍射级次? (4) 若衍射光中第 3 级条纹缺级,求狭缝的宽度? (5) 光栅后可观察到多少条衍射条纹?