南京理工大学 2022 年硕士研究生招生考试

845 普通物理（B）

南京理工大学 2022 年硕士研究生招生考试 · 满分 150 分 · 考试时间 180 分钟

考生须知

1. 本卷按招生单位公布的官方原卷逐题重排，题干、选项与图示据原卷整理。
2. 答案与解析由本站重新编撰，仅供教学研究；原卷文字与命题版权归命题单位。
3. 请在答题纸上作答，题号与原卷保持一致；作图题须写出必要的文字说明与公式。

一、填空题（共 40 分）

1. 已知质点的运动方程为 $\vec{r}=3\cos\dfrac{\pi}{6}t\vec{i}+3\sin\dfrac{\pi}{6}t\vec{j}$（SI 制），则其质点的轨道方程为（1）_____，$\vec{a}=$（2）_____。

2. 一质点在外力 $\vec{f}=5x\vec{i}+6y\vec{j}$ 牛顿的作用下在平面内作曲线运动。若质点的轨道方程为 $y=2x$，则当 x 从原点到 3 米处，则外力所作的功为（3）_____。

3. 一个转动惯量为 I 的圆盘绕一固定轴转动，初角速度为 ω_0。设它所受阻力矩与转动角速度成正比 $M=-k\omega$，（k 为正常数），它的角速度从 ω_0 变为 $\omega_0/2$ 所需时间是（4）_____。

4. 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，其势能是总能量的（5）_____（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，这一振动系统的角频率为（6）_____rad/s。

5. 机械波在弹性媒质中传播时，若媒质中某质量元刚好位于平衡位置，则它的动能（7）_____；势能（8）_____。（填最大、最小、为零）

6. 1 mol 刚性双原子分子的理想气体贮于一气瓶中，其压强为 p=1atm，温度为 T，这瓶气体的内能为（9）_____J，分子的最概然速率为（10）_____。

7. 如图 1，载流线圈中的电流强度为 I，则圆心处的磁感应强度大小为（11）_____。

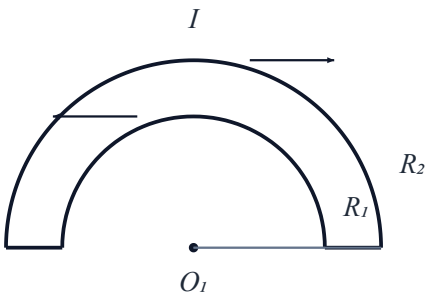


图 1 同心半圆弧载流线圈

图 1

8. 如图 2，长为 L 的直导线 MN，与“无限长”并载有电流 I 的直导线共面，且垂直于直导线，M 端距长直导线为 a，若 MN 以速度 v 平行于长直导线运动，求 MN 中的动生电动势为（12）_____，方向（13）_____。

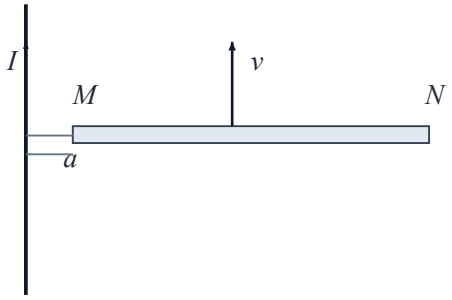


图 2 直导线与运动导线 MN

图 2

9. 真空中，有一平面电磁波磁感应强度的方程为：$B_y = B_0 \cos\left[\omega\left(t - \frac{z}{c}\right)\right]$，$B_x = B_z = 0$，则该电磁波的传播方向为（14）_____，电矢量的振幅为（15）_____。

10. 在迈克尔逊干涉仪的一条光路中，放入一折射率为 n，厚度为 d 的透明介质薄膜，则放入薄膜后，这条光路的光程改变了（16）_____。

11. 一束光强为 I_0 的自然光，相继通过三个偏振片 P_1、P_2、P_3 后，出射光强为 $I = I_0/8$。已知 P_1 和 P_3 的偏振化方向相互垂直，若以入射光线为轴，旋转 P_2，要使出射光的光强为零，P_2 要转过角度为（17）_____。

12. π^+ 介子是一种不稳定粒子，平均寿命是 $2.6 \times 10^{-8} s$（在与它相对静止的参照系中测得）。若此粒子相对于实验室以 0.8c 的速度运动，那么实验室参照系中测量 π^+ 介子的寿命为（18）_____。

13. 黑体在某一温度时的辐出度为 $5.7 \times 10^4 W \cdot m^{-2}$，则此时黑体的温度为（19）_____。

14. 海森堡不确定关系是微观粒子具有（20）_____性质的必然结果。

二、计算题（共 110 分）

15. 质量为 m 的子弹以速度 v_0 水平射入沙土中，设子弹所受阻力与速度反向，大小与速度成正比，比例系数为 k，忽略子弹的重力，求：

（1）子弹射入沙土后，速度随时间变化的函数式；

（2）子弹进入沙土的最大深度。

16. 光滑的水平桌面上，有一长为 $2l$，质量为 M 的匀质细杆，可绕过其中点且垂直于杆的竖直光滑固定轴 o 自由转动，开始时细杆静止。有一质量为 m 的子弹，在垂直于杆的方向上，正对着杆的一端，以 v 的速率打入杆内而不复出，如图 3 所示。试求：（1）子弹打入杆后，子弹与杆所组成的系统的转动惯量；（2）此杆的转动角速度；（3）此过程中损失的能量。

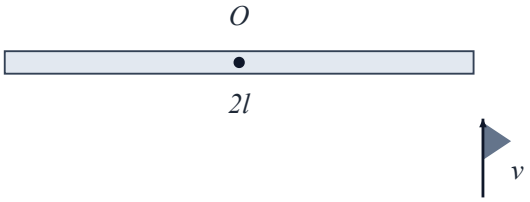


图 3 子弹击中匀质细杆

图 3

17. 如图 4 所示，S_1 与 S_2 为两相干波源，相距 $\frac{1}{4}\lambda$，且 S_1 较 S_2 位相超前 0.5π，如果两波在 S_1S_2 连线方向上的强度相同，振幅均为 A，且不随距离变化，求：（1）S_1S_2 连线上 S_1 外侧各点处合成波的强度；（2）S_1S_2 连线上 S_2 外侧各点处合成波的强度。

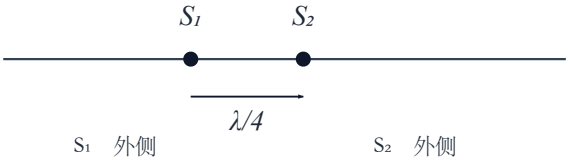


图 4 两相干波源

图 4

18. 1mol 的单原子分子理想气体的循环过程如图 5 所示。ab 是等压过程，bc 是等容过程，ca 是等温过程。已知 $T_a = 600\mathrm{K}$，$T_b = 300\mathrm{K}$，求：（1）各个过程的热量传递；（2）该循环的总功；（3）该循环的效率。

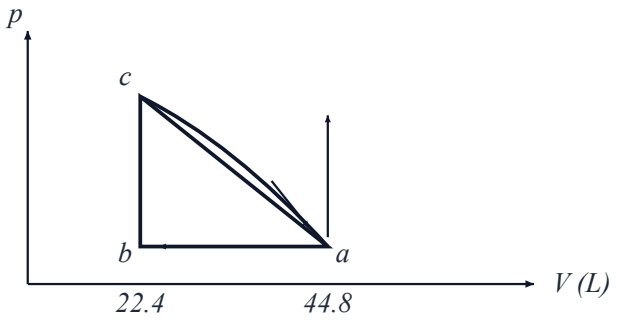


图 5 单原子理想气体循环

图 5

19. 如图 6 所示，一平行板电容器，极板面积为 S，极板间距为 d，求：
（1）插入厚为 $d/2$ 的，面积为 S，相对介电常数为 ε_r 的电介质板后，其电容改变了多少；（2）若两极板保持带电量分别为 $\pm Q$，将该电介质板从电容器中全部抽出时外力所做多少功?

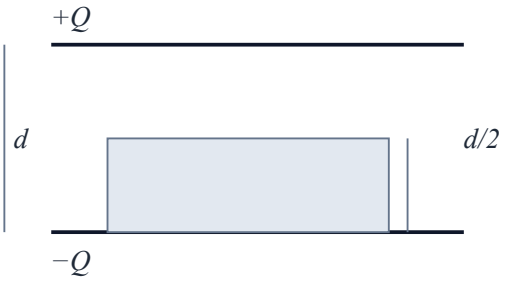


图 6 平行板电容器插入介质

图 6

20. 如图 7 所示，盖革—米勒管可用来测量电离辐射．该管的基本结构如图所示，一半径为 R_1 的长直导线作为一个电极，半径为 R_2 的同轴圆柱筒为另一个电极．它们之间充以相对电容率 $\varepsilon_r \approx 1$ 的气体．当电离粒子通过气体时，能使其电离．若两极间有电势差时，极间有电流，从而可测出电离粒子的数量．如以 E_1 表示半径为 R_1 的长直导线附近的电场强度． 求两极间电势差的关系式。

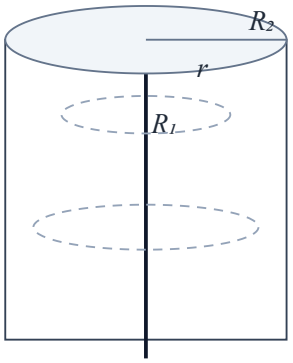


图 7 同轴圆柱电极

图 7

21. 通电流为 I_1 的无限长直导线，与边长为 b 的方线圈共面，放置如图 8 所示。求：（1）通过方线圈的磁通量；（2）将矩形线圈平移至左边对称位置，磁力做的功；（3）系统的互感系数。

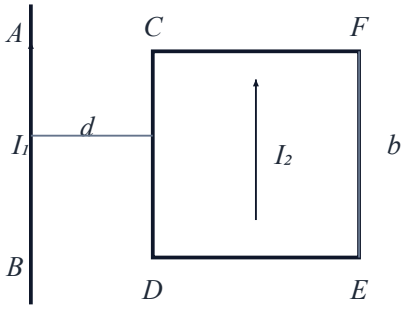


图 8 长直导线与方形线圈

图 8

22. 牛顿环平凸透镜的球面半径 $R=5\mathrm{m}$，通光口径 $d=6\mathrm{cm}$，波长 $\lambda_1=600\mathrm{nm}$ 的单色平行光垂直照射时。试求：（1）最多可见的暗环数是多少？（2）若将装置放入折射率为 $n=1.4$ 的液体中，最多可见的暗环数是多少？

23. 每厘米有 3000 条刻痕的光栅，其刻痕宽度与透光缝宽相等。以波长 λ=5460Å 的单色平行光垂直入射到光栅上，问：（1）最多能观察到多少条明条纹？（2）第一级明条纹的衍射角是多少？

24. 若把 $0.51\times10^{6}\mathrm{eV}$ 的能量给予电子，且电子垂直于磁场运动，则其运动径迹是半径为 $2.0\mathrm{cm}$ 的圆。问：（1）这电子的动质量为静质量的多少倍？（2）该磁场的磁感应强度 B 为多大？

25. （1）处于基态的氢原子中电子的动能是多大？

（2）要使处于第一激发态的氢原子发生电离，至少需要吸收波长多大的光子？

（3）氢原子由上述第一激发态直接跃迁到基态，发出光子的频率为多少。