

清华大学本科生考试试题专用纸（回忆版）

考试课程：基础物理学（3） 2023年6月19日 9:00-11:00

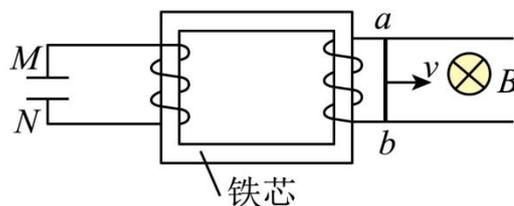
姓名：_____ 学号：_____ 班级：_____

一、基本概念题（18分）

- （本题4分）写出国际单位制下感生与动生电动势的积分表达式，并写出表达式中各物理量的含义。
- （本题3分）写出国际单位制下坡印廷矢量的表达式，并写出坡印廷矢量在国际单位制下的单位。
- （本题4分）写出国际单位制下，有介质的安培定律微分表达式，用“磁场强度 \vec{H} ”和“电位移矢量 \vec{D} ”来表示，并写出表达式中各物理量的含义。
- （本题3分）写出国际单位制下电荷守恒定律的微分表达式，并写出表达式中各物理量的含义。
- （本题4分）写出对于一般循环的克劳修斯不等式，并给出取等号的条件。

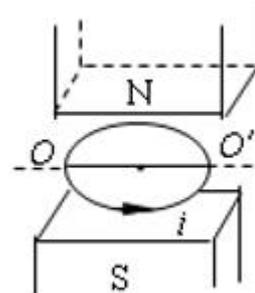
二、选择题（24分）

- 6.（本题3分）如图所示，一导体棒在均匀磁场中沿金属导轨向右作匀速运动，磁场方向垂直导轨所在平面。若导体棒和导轨电阻均忽略不计，并设铁芯磁导率为常数。经过足够长时间达到稳



定后，在电容器的M极板上（注：此题在最后评分时，有两个选项均被认为正确）

- A. 有一定量正电荷
B. 与N极板无电势差
C. 有一定量负电荷
D. 负电荷电量稳定增加
- 7.（本题3分）在两个永久磁极中间放置一圆形线圈，线圈的大小和磁极大小约相等，线圈平面和磁场方向垂直。今欲使线圈中产生逆时针方向（俯视）的瞬时感应电流*i*（如图），可选择下列哪一个方法？



- A. 线圈在自身平面内绕圆心旋转一个小角度
B. 线圈绕直径OO'轴旋转一个小角度

C. 线圈向上移动

D. 线圈向右移动

8. (本题3分) 将形状完全相同的铜环和木环静止放置在交变磁场中, 并假设通过两环面的磁通量随时间的变化率相等, 不计自感, 则

A. 铜环有感生电动势, 木环无感生电动势

B. 铜环感生电动势大, 木环无感生电动势

C. 铜环感生电动势大, 木环感生电动势小

D. 两环感生电动势一样大

9. (本题3分) 某段时间内, 圆形极板的平板电容器两板电势差随时间变化的规律是 $U_{ab} = U_a - U_b = kt$ (k 是正常数, t 是时间), 设两板间的电场是均匀的, 比较板间 1、

2 两点 (2 比 1 更靠近极板中心) B_1 与 B_2 的大小

A. $B_2 < B_1$

B. $B_2 > B_1$

C. $B_2 = B_1$

D. 无法确定

10. (本题3分) 现有相同摩尔数的理想气体氢气、氧气与水蒸气, 假设它们的体积不变, 初始状态也相同, 吸收相同的热量后, 有

A. 温度变化相同, 压强变化相同

B. 温度变化相同, 压强变化不同

C. 温度变化不同, 压强变化相同

D. 温度变化不同, 压强变化不同

11. (本题3分) 作布朗运动的微粒系统可以看作是在浮力 ($mg \frac{\rho_0}{\rho}$) 场和重力场中达

到平衡态的巨分子系统, 其分子数密度遵循玻尔兹曼分布律。记最低点为 z 轴原点以及势能零点, 竖直向上为 z 轴正方向, 则 z 处的分子数密度为

A. $n(z) = n_0 \exp \left\{ -mg \left(\frac{\rho_0}{\rho} - 1 \right) z / kT \right\}$

B. $n(z) = n_0 \exp \left\{ -mg \left(1 - \frac{\rho_0}{\rho} \right) z / kT \right\}$

C. $n(z) = n_0 \exp \{ -mgz / kT \}$

D. $n(z) = n_0 \exp \left\{ -mg \frac{\rho_0}{\rho} z / kT \right\}$

12. (本题3分) 以下过程中, 系统是熵增加的过程是

(1) 两种不同气体在等温下互相混合

(2) 理想气体在等体下降温

(3) 液体在等温下汽化

(4) 理想气体在等温下压缩

(5) 理想气体绝热自由膨胀

A. (1)(2)(3)

B. (2)(3)(4)

C. (3)(4)(5)

D. (1)(3)(5)

13. (本题 3 分) 如图所示, 某热力学系统经历一个 cde 的过程, 其中 c 、 d 点在绝热线 ab 上, 则系统在该过程中

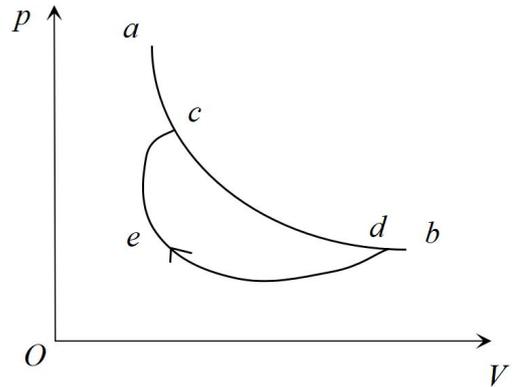
A. 不断向外界放出热量

B. 不断从外界吸收热量

C. 有的阶段在吸热, 有的阶段在放热, 吸收的总热量大于放出的总热量

D. 有的阶段在吸热, 有的阶段在放热, 吸收的总热量等于放出的总热量

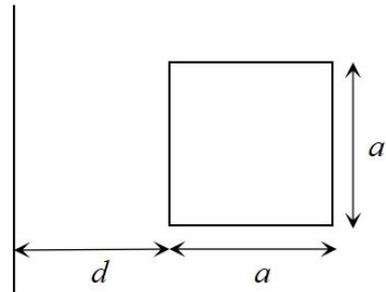
E. 有的阶段在吸热, 有的阶段在放热, 吸收的总热量小于放出的总热量



三、填空题 (30 分) (部分题目与原卷有一定出入, 但考查知识点一致)

14. (本题 3 分) 激光加工小孔直径为 $100 \mu\text{m}$, 激光功率为 300 kW , 则激光的坡印廷矢量大小为_____。

15. (本题 3 分) 现有一通有电流 I 的长直导线以及边长为 a 的正方形线圈, 按照如图所示方式放置, 且线圈与长直导线共面, 则线圈与长直导线的互感为_____。



16. (本题 3 分) 已知平面电磁波电场的波动方程为

$$\frac{\partial^2 E_y}{\partial t^2} = \frac{1}{\epsilon\mu} \frac{\partial^2 E_y}{\partial x^2}$$

则磁场的波动方程为_____, 平面电磁波中磁场与电场的相位关系为_____。

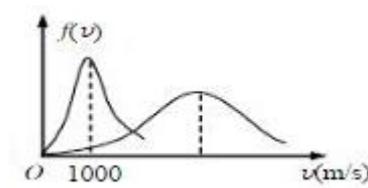
17. (本题 3 分) 已知圆形平行板电容器板半径为 R , 内部介质介电常数为 ϵ , 两板间电场随时间变化 $\frac{dE}{dt}$ 为常数, 则位移电流为_____。

18. (本题 3 分) N_2 视为理想气体且定比热, 经过绝热过程体积变为原来的 3 倍, 则温

度变为原来的_____，压强变为原来的_____。

19. (本题 3 分) 此题具体设问已忘记，考查的是非平衡过程。

20. (本题 3 分) 氧气和氢气在同温度下的麦克斯韦分布曲线如图所示，则氧气分子的最概然速率是_____，氢气分子的最概然速率是_____。



21. (本题 3 分) 已知低温热源温度为 100 K，高温热源温度为 300 K:

(1) 若高温热源温度提高 100 K，则两热源间的卡诺热机热效率变为原来的_____;

(2) 若低温热源温度提高 100 K，则两热源间的卡诺逆循环制冷系数变为原来的_____。

22. (本题 3 分) 此题具体设问已忘记，考查的是理想气体熵变公式计算。

23. (本题 3 分) 从统计的角度来看，不可逆过程就是_____的过程，孤立系永远向着_____方向进行。

四、推理计算题 (28 分)

24. (本题 7 分) 写出真空中无电流无电荷的麦克斯韦方程组的四个式子，由此推导电磁波中电场的传播公式，并给出电磁波的相速度。

25. (本题 10 分) 已知某理想气体摩尔数为 ν ，初始状态为 p_0 、 V_0 、 T_0 ，其先经过等温过程使体积膨胀至原来的 5 倍，随后经过定体过程使压强恢复至初始状态。已知整个过程气体吸收热量为 Q ，在 $p-V$ 图上画出这一过程，并求该理想气体的比热比 γ 。(本题在考试中有具体数值需要计算，但由于忘记了有关数值，故改为字母表达)

26. (本题 5 分) 已知一容器体积为 $2V$ ，中间有一隔板将其平分为两个部分，左侧压强为 p_0 ，右侧真空，容器内气体温度不变为常数。现在隔板上开一个面积为 A 的小孔，求左侧部分压强随时间变化关系，用气体的平均速率表示。

27. (本题 6 分) 一热机低温热库恒温 T_0 ，高温物体质量为 m ，定压比热 c_p 为常量，其初始温度为 T_1 ($T_1 > T_0$)，求高温物体在定压条件下放热时，该热机输出的最大功。