华中农业大学本科课程考试试卷

考试课程与试卷类型：**大学物理学 A（A 卷）**　　　　姓名：

学年学期：2019-2020-2　　　　　　　　　　　　　　学号：

考试时间：2020-06-30　15:00-17:00　　　　　　　　班级：

一、判断题（判断下列表述，正确的在答题纸上相应位置把 T 涂黑，错误的在答题纸上相应位置把 F 涂黑，每小题 2 分，共 10 分.）

1．汽车刹车减速过程是不可逆过程.【　】

2．发生极化的电介质，其内部电场处处为零.【　】

3．导体达到静电平衡时，导体是一个等势体.【　】

4．自然光入射至两介质的分界面，当入射角等于布儒斯特角，折射光为线偏振光.【　】

5．通有恒定电流的矩形线圈在均匀磁场中所受磁场力平衡.【　】

二、单项选择题（从下列各题四个备选答案中选出一个正确答案，并将其代号在答题卡上相应的位置涂黑，每小题 3 分，共 30 分.）

1．质点沿半径为 $R=1\,\mathrm{m}$ 的圆轨道运动，转动的角速度 ω 与时间 t 的函数关系为 $\omega=kt^2$. 已知 $t=2\,\mathrm{s}$ 时质点的速率为 $4\,\mathrm{m\cdot s^{-1}}$. 则 $t=1\,\mathrm{s}$ 时，质点的加速度大小为【　】

A. $1\,\mathrm{m\cdot s^{-2}}$　　B. $\sqrt{3}\,\mathrm{m\cdot s^{-2}}$　　C. $2\,\mathrm{m\cdot s^{-2}}$　　D. $\sqrt{5}\,\mathrm{m\cdot s^{-2}}$

2．某人骑车向北行驶，其速率为 $8\,\mathrm{m\cdot s^{-1}}$ 时，感觉有西风（从西方吹来的风），当其速率为 $14\,\mathrm{m\cdot s^{-1}}$ 时，又觉得有西北风（从西偏北 45 度方向吹来的风），则风速（相对地面）大小为【　】

A. $10\,\mathrm{m\cdot s^{-1}}$　　B. $12\,\mathrm{m\cdot s^{-1}}$　　C. $14\,\mathrm{m\cdot s^{-1}}$　　D. $16\,\mathrm{m\cdot s^{-1}}$

3. 一个水平放置的圆盘可绕通过圆心并与盘面垂直的光滑轴自由转动，圆盘半径 $R=2\,\mathrm{m}$，圆盘绕轴的转动惯量 $J=120\,\mathrm{kg\cdot m^2}$，初始时圆盘静止. 现有一质量 $m=30\,\mathrm{kg}$ 的小孩沿圆盘边缘的一条切向路径以 $v=4\,\mathrm{m\cdot s^{-1}}$ 的速率跑向圆盘，然后跳上圆盘并与圆盘一起转动，则圆盘连同小孩的角速度大小为【　】.

A. $2.0\,\mathrm{rad\cdot s^{-1}}$　　B. $1.5\,\mathrm{rad\cdot s^{-1}}$　　C. $1.0\,\mathrm{rad\cdot s^{-1}}$　　D. $0.5\,\mathrm{rad\cdot s^{-1}}$

4. 理想气体经绝热压缩后，它的体积减少到原来的 1/10，而压强增加到原来的 25.1 倍，则该气体的比热容比γ为【 】.（$\ln 10 = 2.303$，$\ln 25.1 = 3.223$）

A. 1.33　　B. 1.40　　C. 1.67　　D. 3.00

5. 假设一电子沿 x 轴方向运动，测出它的速度为$1.00\times10^{6}\ \mathrm{m\cdot s^{-1}}$，测量的相对不确定度为 1%. 如果在测量速度的同时，也测量电子的位置，则位置的最小不确定度是【 】. 已知普朗克常量$h = 6.626\times10^{-34}\ \mathrm{J\cdot s}$，电子质量$m_e = 9.11\times10^{-31}\ \mathrm{kg}$.

A. 5.79×10^{-5} m　　B. 5.79×10^{-7} m

C. 5.79×10^{-9} m　　D. 5.79×10^{-11} m

6. 设质点在一直线上同时参与两个不同频率的简谐振动，两振动表达式分别为$x_1 = A_1\cos(\omega_1 t + \phi_1)$，$x_2 = A_2\cos(\omega_2 t + \phi_2)$，且$\omega_2 = 3\omega_1$，则质点的合运动为【 】.

A．是具有固定周期的简谐振动。

B．是没有固定周期的机械振动。

C．是具有固定周期的机械振动。

D．可能有固定周期也可能没有固定周期的机械振动。

7．对于一根细绳上的驻波，下列说法错误的是【 】.

A．相邻波节之间的各质元振动相位始终保持一致。

B．绳上各质元的机械能保持守恒。

C．一般情况下，靠近波节处势能密度较大。

D．一般情况下，靠近波腹处动能密度最大。

8. 温度和压强相同，体积比为 3:1 的氢气和氦气（均视为刚性分子理想气体），它们的内能之比为【 】.

A．3:1　　B．5:6　　C．8:11　　D．5:1

9. 设氢原子的电子绕原子核做圆周轨道运动，周期为T,轨道半径为r,则电子轨道运动产生的磁矩大小为【 】.

A．$\dfrac{\pi e r^2}{T}$　　B．$\dfrac{2\pi e r}{T}$　　C．$\pi e r^2 T$　　D．$2\pi e r T$

10. 在单缝夫琅禾费衍射实验中,波长为 500 纳米的单色光垂直入射在宽度为 2 微米的单缝上，衍射角为 30 度的衍射光线，在光屏上形成【 】

A．第 1 级明条纹的中心。

B．第 1 级暗条纹的中心。

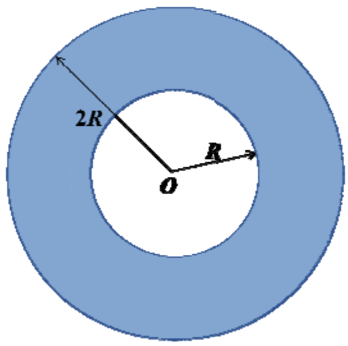
C．第 2 级明条纹的中心。

D．第 2 级暗条纹的中心。

四、计算题（将解答过程填写在答题纸上相应位置，四小题，每题 12 分，共 48 分.）

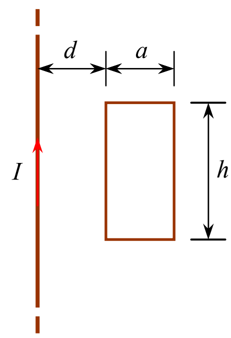
1. 某热机在一次循环中从高温热源（$T_1 = 500$ K）吸收热量$Q_1 = 4.5\times10^3$ J，做功后向低温热源（$T_2 = 300$ K）放出热量$Q_2 = 3.9\times10^3$ J.（1）这个热机效率是多少？它是可逆热机吗？（2）在一次循环中，这个热机的工作物质和热源的总熵变是多少？（3）如果尽可能地提高这个热机的效率，假设它仍从高温热源吸收热量$Q_1 = 4.5\times10^3$ J，则它一次循环最多能做功多少？

2. 如图，一个均匀带电球层，电荷体密度为ρ，ρ为常量.球层内表面半径为R，外表面半径为$2R$.取无限远处为电势零点.试求：（1）空间各区域的电场强度；（2）空间各区域的电势.



3. 长直导线中通有交变电流$I = I_0 \sin\omega t$。在长直导线旁平行放置一矩形线圈，线圈平面与直导线在同一平面内。已知线圈高为h，宽为a，线圈靠近直导线的一边离直导线的距离为d，求:

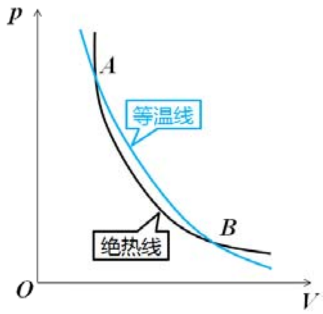
（1）长直导线中的电流在其周围产生的磁感应强度分布。
（2）任意时刻t，长直导线中的电流在矩形线圈中产生的磁通量。
（3）任意时刻t，长直导线中的电流在矩形线圈中的产生的感应电动势$\mathscr{E}_i$。



4. 为了减少反射损失，在光学玻璃透镜表面镀有一层介质膜，若介质膜的折射率为$n_1 = 1.6$，玻璃透镜的折射率为$n_2 = 1.5$，求使波长为$550\,\text{nm}$的入射光透射最强时，膜的最小厚度e。

五、简答题（将解答过程填写在答题纸上相应位置，两小题，每题 6 分，共 12 分.）

1. 一位同学在画理想气体状态图时，将等温线和绝热线画成如图所示的样子，即两条线有两个交点 A、B.这种画法



（1）违反热力学第一定律吗？为什么？

（2）违反热力学第二定律吗？为什么？

2．电容器极板间的位移电流与连接极板的导线中的传导电流大小相等，然而在极板间的磁场越靠近轴线中心越弱，而传导电流的磁场越靠近导线越强，为什么？

附录 1：部分物理公式【免责申明：仅供助记，不包含物理含义的解释，请自行酌情使用。使用本附录的任何后果由使用者自行负责。】

<u>经典力学</u>：质点角动量：$\vec{\boldsymbol{L}}=\vec{\boldsymbol{r}}\times\vec{\boldsymbol{p}}$，力矩：$\vec{\boldsymbol{M}}=\vec{\boldsymbol{r}}\times\vec{\boldsymbol{F}}$，角动量定理：$\vec{\boldsymbol{M}}=\dfrac{\mathrm{d}\vec{\boldsymbol{L}}}{\mathrm{d}t}$；刚体定轴转动定律：$M_z=\dfrac{\mathrm{d}L_z}{\mathrm{d}t}=J_z\alpha$，$L_z=J_z\omega$，$J_z=\int_V r^2\mathrm{d}m$，转动动能：$E_k=\dfrac{1}{2}J_z\omega^2$.

伽利略变换：$\vec{r}'=\vec{r}-\vec{u}t, t'=t$，$\vec{v}'=\vec{v}-\vec{u}$

<u>振动和波动</u>：简谐振动的动力学判据 $\dfrac{\mathrm{d}^2x}{\mathrm{d}t^2}+\omega^2x=0$，振动表达式(位置)：$x=A\cos\left(\omega t+\phi_0\right)$；

平面简谐波的波函数：$y=A\cos\left[\omega\left(t\pm\dfrac{x}{u}\right)+\phi_0\right]$；波的强度：$I=\dfrac{1}{2}\rho u\omega^2A^2$，

驻波函数 $y=2A\cos2\pi\dfrac{x}{\lambda}\cos2\pi\dfrac{t}{T}$；波的干涉合成振幅 $A^2=A_1^2+A_2^2+2A_1A_2\cos\Delta\phi$，

$\Delta\phi=\left(\phi_{20}-\phi_{10}\right)-2\pi\dfrac{r_2-r_1}{\lambda}$；

<u>气体动理论</u>：理想气体压强公式：$p=\dfrac{2}{3}n\overline{\omega}$；平均平动动能：$\overline{\omega}=\dfrac{1}{2}m\overline{v^2}$；理想气体温度公式：$\overline{\omega}=\dfrac{3}{2}kT$；速率分布函数：$f\left(v\right)\mathrm{d}v=\dfrac{\mathrm{d}N}{N}$；麦克斯韦速率分布律：$f\left(v\right)=4\pi\left(\dfrac{m}{2\pi kT}\right)^{3/2}e^{-\frac{mv^2}{2kT}}v^2$；

平均碰撞频率：$\overline{Z}=\sqrt{2}\pi d^2n\overline{v}$，平均自由程：$\overline{\lambda}=\dfrac{1}{\sqrt{2}\pi d^2n}$.

<u>热力学</u>：第一定律：$Q=\Delta U+A$；理想气体内能：$U=\nu\dfrac{i}{2}RT$；理想气体状态方程：$pV=\nu RT$，

绝热过程方程：$pV^\gamma=c$ 热机效率：$\eta=\dfrac{A}{Q_{总吸}}=1-\dfrac{\left|Q_{总放}\right|}{Q_{总吸}}$，制冷系数：$\varepsilon=\dfrac{Q_{总吸}}{A}=\dfrac{Q_{总吸}}{\left|Q_{总放}\right|-Q_{总吸}}$，

卡诺热机效率$\eta = 1-\dfrac{T_2}{T_1}$，卡诺逆循环制冷系数$\varepsilon = \dfrac{T_2}{T_1-T_2}$；克劳修斯熵变$\Delta S = \int_{可逆}\dfrac{\mathrm{d}Q}{T}$.

<u>电磁学</u>：全电场高斯定理：$\oint\!\!\oint_S \vec{D}\cdot \mathrm{d}\vec{S} = \sum Q$；全电场环路定理：$\oint_L \vec{E}\cdot \mathrm{d}\vec{l} = -\iint_S \dfrac{\partial \vec{B}}{\partial t}\cdot \mathrm{d}\vec{S}$；磁场高斯定理：$\oint\!\!\oint_S \vec{B}\cdot \mathrm{d}\vec{S} = 0$；全电流磁场环路定理：$\oint_L \vec{H}\cdot \mathrm{d}\vec{l} = \iint_S (\vec{j}_c + \dfrac{\partial \vec{D}}{\partial t})\cdot \mathrm{d}\vec{S}$；电位移矢量：$\vec{D} = \varepsilon\vec{E}$，$\varepsilon = \varepsilon_r\varepsilon_0$；磁场强度：$H = \dfrac{B}{\mu}$，$\mu = \mu_r\mu_0$；电势差：$U_a - U_b = \int_a^b \vec{E}\cdot \mathrm{d}\vec{l}$；电容：$C = \dfrac{Q}{U}$，

电容器电能：$W_e = \dfrac{Q^2}{2C}$；洛仑兹力$\vec{f} = q\vec{v}\times\vec{B}$；安培定律$\vec{F} = \int I\mathrm{d}\vec{l}\times\vec{B}$；毕奥–萨伐尔定律：

$\mathrm{d}\vec{B} = \dfrac{\mu_0}{4\pi}\dfrac{I\mathrm{d}\vec{l}\times\vec{r}}{r^3}$；磁通量：$\mathrm{d}\Phi = \vec{B}\cdot \mathrm{d}\vec{S}$；磁链：$\Psi = N\Phi$；自感系数：$L = \dfrac{\Psi}{I}$；互感系数：$M = \dfrac{\Psi}{I}$；

自感的磁能：$W_m = \dfrac{1}{2}LI^2$；电磁场能量密度：$w = \dfrac{1}{2}\left(DE + BH\right)$.

<u>波动光学：</u>干涉条件：$\delta = \begin{cases} k\lambda & k = 0,1,2\cdots\ \text{加强} \\ (2k+1)\dfrac{\lambda}{2} & k = 0,1,2\cdots\ \text{减弱} \end{cases}$；

单缝夫琅禾费衍射：$a\sin\varphi = \begin{cases} 0 & \text{中央明纹中心} \\ \pm(2k+1)\dfrac{\lambda}{2} & \text{次级明纹中心} \\ \pm k\lambda & \text{暗纹中心} \end{cases}$；光栅衍射方程：$\left(a+b\right)\sin\theta = k\lambda$；艾里斑角半径：$\theta = 1.22\dfrac{\lambda}{D}$；布儒斯特定律：$\tan i_B = \dfrac{n_2}{n_1}$；马吕斯定律：$I = I_0\cos^2\alpha$.

<u>量子力学</u>：德布罗意关系：$E = h\nu, p = \dfrac{h}{\lambda}$； 不确定关系：$\Delta x\Delta p_x \ge \dfrac{h}{4\pi}$.

附录 2: 部分物理量　阿伏伽德罗常量 N_A=6.02×10^{23} mol^{-1}, 摩尔气体常量 R=8.31 J·mol^{-1}·K^{-1}

标准大气压 1 atm=1.013×10^5 Pa　　玻耳兹曼常量 k=1.38×10^{-23} J·K^{-1}

真空中光速 c=3.00×10^{8}m/s　　电子质量 m_e=9.1×10^{-31}kg

电子电量 e=1.60×10^{-19}C　　真空电容率 ε_0= 8.85×10^{-12} C^2·N^{-1}m^{-2}

真空磁导率 μ_0=4π×10^{-7}H/m　　普朗克常量 h = 6.626×10^{-34} J·s