福州大学 2019～2020 学年第一学期期末考试 B 卷解答

大学物理 A（下）

一、填空题（每空 2 分，共 40 分）

1．__260__，__5.38×10^{-21}__。　　2．__500__，__700__。

3．__320K__，__20%__。　　4．__$\lambda/2\pi\varepsilon_0 r$__，__$\lambda L/4\pi\varepsilon_0 r^2$__。

5．__$\sqrt{3}q/4\pi\varepsilon_0 a$__，__$\sqrt{3}Qq/4\pi\varepsilon_0 a$__。　　6．__$U_0$__，__$\varepsilon_r w_0$__。

7．__9__，__1/3__。　　8．__Babsinωt__，__|Babωcosωt|__。

9．__$\mu_0 N_1 N_2 \pi r^2/2R$__。　　10．__2.81×10^5__。　　11．__无__，__有__。

计算题（每题 10 分，共 60 分）

二．解：$\begin{cases} f(v)=\dfrac{a}{v_0}v & (0\le v\le v_0) \\ f(v)=-\dfrac{a}{2v_0}v+\dfrac{3}{2}a & (v_0<v\le 3v_0) \end{cases}$　（二个表达式各 2 分）

（1）根据归一化条件

$\int_0^{3v_0} f(v)dv=1$，　$\int_0^{v_0}\frac{a}{v_0}vdv+\int_{v_0}^{3v_0}(-\frac{a}{2v_0}v+\frac{3}{2}a)dv=1$，　$a=\frac{2}{3v_0}$；（2 分）

(2)求 v_0 到 $3v_0$ 间的分子数

$$\Delta N=\int_{v_0}^{3v_0} Nf(v)dv=Nav_0=\frac{2}{3}N\ ;\quad（2\ 分）$$

(3)求粒子的平均速率

$$\bar{v}=\int_0^{3v_0} vf(v)dv=\int_0^{v_0}\frac{a}{v_0}v^2dv+\int_{v_0}^{3v_0}(-\frac{a}{2v_0}v^2+\frac{3}{2}av)dv=\frac{4}{3}v_0.\quad（2\ 分）$$

三. 解：$T_a = T_c = 600K$， $\frac{V_a}{T_a} = \frac{V_b}{T_b}, T_b = \frac{600}{2} = 300K$， （1 分）

$Q_{ab} = \nu C_p (T_b - T_a) = \frac{5}{2} R \times (300 - 600) = -750R$， （2 分）

$Q_{bc} = \nu C_v (T_c - T_b) = \frac{3}{2} R \times (600 - 300) = 450R$， （1 分）

$Q_{ca} = \nu R T_a \ln \frac{V_a}{V_c} = 600R \ln 2$，（2 分）

（1）由热力学第一定律： $A = Q_{ab} + Q_{bc} + Q_{ca} = 963.03J$； （2 分）

(2) 循环的效率 $\eta = \frac{A_{净}}{Q_{吸}} = \frac{A_{净}}{Q_{bc} + Q_{ca}} = \frac{963.03}{7196} = 13.4\%$. （2 分）

四. 解：设圆柱型电容器线电荷密度为 λ , 则其电场和电压

$E = \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0 r} \quad (R_1 < r < R_2)$ （2 分）

$U_0 = \int_{R_1}^{R_2} \vec{E} \cdot d\vec{l} = \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0} \ln \frac{R_2}{R_1}$ （2 分） $\lambda = \frac{2\pi\varepsilon_0 U_0}{\ln \frac{R_2}{R_1}}$ （2 分）

向心力 $F = \frac{mv^2}{r} = eE$ （2 分）

最后求得电子动能： $E_K = \frac{1}{2} reE = \frac{eU_0}{2 \ln \frac{R_1}{R_2}}$. （2 分）

五. 解：分割电流元为无限多宽为 dx 的无限长载流直导线，电流元电流

$dI = \frac{I}{a} dx$, 在 o 处产生磁场为 $dB = \frac{\mu_0 dI}{2\pi x}$ （2 分）

于是， $B=\int dB=\int_a^{2a}\frac{\mu_0 Idx}{2\pi ax}=\frac{\mu_0 I}{2\pi a}\ln 2$ （3 分）

根据安培定律,可求得导线单位长度受到的磁力:

$$\vec{F}=\int I\mathrm{d}\vec{l}\times\vec{B}=BI\times 1=\frac{\mu_0 I^2}{2\pi a}\ln 2$$ （3 分）

方向沿纸面内垂直导体水平向左. （2 分）

六. 解：（1）$\varepsilon_{oM}=\int_o^M(\vec{v}\times\vec{B})\cdot d\vec{l}=-\omega a^2 B/2$， （2 分）

$U_{OM}=U_O-U_M=\frac{1}{2}\omega a^2 B$ （2 分）

（2）添加辅助线 ON， $ON=2a\cos 30°=\sqrt{3}a$，

$\varepsilon_{ON}=\int_o^N(\vec{v}\times\vec{B})\cdot d\vec{l}=-3\omega a^2 B/2$， （2 分）

$U_{ON}=U_O-U_N=\frac{3}{2}\omega a^2 B$ （2 分）

（3）O 点电势. （2 分）

七. 解：（1）金属的红限波长 λ_0，

$$h\frac{c}{\lambda}=Ue+h\frac{c}{\lambda_0}$$

$$\lambda_0=\frac{hc\lambda}{hc-Ue\lambda}=2.89\times10^{-7}(m).$$ （公式 3 分，结果 2 分）

（2）光电子的德布罗意波长 λ'，

$$h\cdot\frac{c}{\lambda}=E_k+h\cdot\frac{c}{\lambda_0}$$

$$\lambda'=\frac{h}{\sqrt{2mE_k}}=\frac{h}{\sqrt{2meU}}=1.6\times10^{-9}(m).$$ （公式 3 分，结果 2 分）