問題Ⅰ（計３４点）

設問(1) 計６点	[答]　$v_0 = \sqrt{\dfrac{GM}{r_0}}$，$T_0 = 2\pi\sqrt{\dfrac{{r_0}^3}{GM}}$ ：各３点
設問(2) ３点	[答]　$E_0 = -\dfrac{GMm}{2r_0}$ ：３点
設問(3) ３点	[答]　（イ）：３点
設問(4) 計６点	[答１]　$\varDelta E = -Fv_0\varDelta t$，[答２]　$\varDelta E = \dfrac{GMm}{2{r_0}^2}\varDelta r$ ：各２点 [計算] 最大２点。 ●　[答１]（力）×（微小変位）または（仕事率）×（微小時間）を考えている：１点 ●　[答２] 半径 $r_0 + \varDelta r$ の円運動と半径 r_0 の円運動の力学的エネルギーの差に着目している。または，$E = -\dfrac{GMm}{2r}$ を r の関数と見て r で微分している：１点
設問(5) 計４点	[答]（あ）-2 ：２点　　（い）$-\dfrac{2}{3}$ ：２点
設問(6) ３点	[答]　$\dfrac{\varDelta\omega}{\varDelta t} = \dfrac{3F}{mr_0}$ ：３点
設問(7) 計６点	[答]（う）$\sqrt{\dfrac{2qV}{\mu}}$ ：３点　　（え）$\sqrt{\dfrac{3k_{\mathrm{B}}T}{\mu}}$ ：３点
設問(8) 計３点	[答]　$\dfrac{w_1}{w_2} = 2\times10^2$ ：２点 [計算] 最大１点。 ●　$\dfrac{w_1}{w_2} = \sqrt{\dfrac{2qV}{3k_{\mathrm{B}}T}}$ に与えられた値を代入しようとしている：１点

問題Ⅱ（計３３点）	
設問(1) ２点	[答]　(ウ)：２点
設問(2) 計１０点	[答]　(あ) $\sqrt{r^2+z^2}$ ：２点　　(い) $\dfrac{\mu_0 Ir}{2N\left(r^2+z^2\right)}$ ：３点 (う) $\dfrac{r}{\sqrt{r^2+z^2}}$ ：２点　　(え) $\dfrac{\mu_0 Ir^2}{2\left(r^2+z^2\right)^{\frac{3}{2}}}$ ：３点
設問(3) 計４点	[答]　$B_0=\mu_0 nI$ ：２点 [計算] 以下のいずれかの方針に沿って最大２点を与える。 ❏方針１：磁場の重ね合わせを考える ● 平面 $z=\dfrac{k}{n}$ 上の円形電流が原点Ｏに作る磁場の磁束密度を，なんらかの方法で計算しようとしている：１点 ● 並んだ多数のコイルによる磁束密度の和を考えようとしている：１点 ❏方針２：アンペールの法則を用いる ● ソレノイドコイル内部の磁場が z 方向成分のみをもち，かつ一様であることからアンペールの法則により $B_0=\mu_0 nI$ を示そうとしている：２点
設問(4) 計６点	[答]　$\lambda=\pi\mu_0 nr^2$，$L=n\ell\lambda$ ：各３点
設問(5) ３点	[答]　$\Phi=\lambda I+\pi r^2 B_{\mathrm{ex}}^{\max}\cos\omega t$ ：３点 ※ 解答が誤っている場合，以下の要素について部分点（最大２点）を与える。 ・λI の項が含まれていれば部分点２点 ・$\pi r^2 B_{\mathrm{ex}}^{\max}\cos\omega t\ \lambda I$ の項が含まれていれば部分点２点 を与える。
設問(6) 計４点	[答]　(お) $-L$ ：２点　　(か) $\pi n\ell r^2\omega B_{\mathrm{ex}}^{\max}$ ：２点
設問(7) 計４点	[答]　$I_0=\dfrac{\pi n\ell r^2 B_{\mathrm{ex}}^{\max}}{L}$，$\alpha=\pi$ ：各２点

問題Ⅲ（計３３点）

設問(1)　２点

［答］　nd ：２点

設問(2)　３点

［答］　$nd = m\dfrac{2\pi c}{\omega}$ ：３点

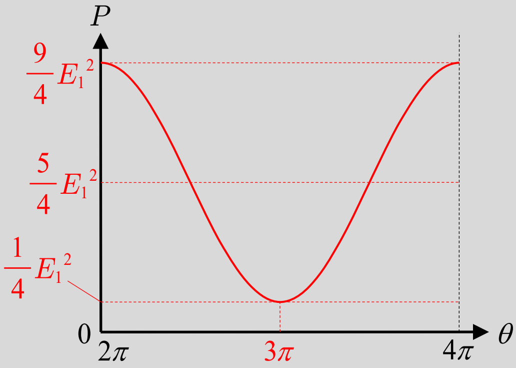
設問(3)　計４点

［答］（あ）$2nd$ ：２点　　（い）$\dfrac{2\omega nd}{c}$ ：２点

設問(4)　計５点

［答］　$P = \left(\dfrac{5}{4} + \cos\theta\right) {E_1}^2$ ：２点

［答］



最大３点。

① おおよそ周期2π の $+\cos$ 型の曲線が描かれている：１点

② 最小値が0より大きい：１点

③ 縦軸の目盛り $\dfrac{1}{4}{E_1}^2$，$\dfrac{5}{4}{E_1}^2$，$\dfrac{9}{4}{E_1}^2$ のうち少なくとも２つが書かれており，かつ正しい：１点

設問(5)　計６点

［答］　$E_R = (-r + r'\alpha)E_0 \sin\omega t$，$E_T = \alpha E_0 \sin\omega t$ ：各２点

［計算］最大２点を上限として加算する。

- 与えられた E_{R_0}，E_{R_1}，E_{R_2}，E_{R_3}，…の和を考えようとしている：１点
- 与えられた E_{T_1}，E_{T_2}，E_{T_3}，…の和を考えようとしている：１点
- $qq'\left(1 + r'^2 + r'^4 + \cdots\right) = \alpha$ を用いている：１点

設問(6)　２点

［答］　$(-r + r'\alpha)^2 + \alpha^2 = 1$ ：２点

※ 展開した形 $r^2 - 2rr'\alpha + r'^2\alpha^2 + \alpha^2 = 1$ など，同値な式はすべて正解。

設問(7)　計３点

［答］　$E_{A0} = E_0\sqrt{(-r + r'\alpha)^2 + 2\alpha(-r + r'\alpha)\cos\phi + \alpha^2}$ ：１点

	[計算] 最大２点。 ● 面 A の位置の入射光 I の反射光と面 A の位置の入射光 I′ の透過光の電場との和を考えようとしている：１点 ● 面 A の位置の入射光 I′ の透過光が $\alpha E_0 \sin\left(\omega t - \phi\right)$ と表されることがわかっている：１点
設問(8) ２点	[答]　$-r + r'\alpha = 0$ ：２点 ※ 同値な式はすべて正解。
設問(9) 計６点	[答]　$\alpha = 1$,　$r' = r$ ：各３点