

第1問 (計20点)

受験生へ：計算が全く違っていても着眼点や解答方針には物理的な意味があり、当然配点がある。白紙答案は避けること。

I
計10点(1)
1点

[解答] $t_1 = \frac{\sqrt{2}R}{u_0}$ (解答1点)

(2)
3点

[解答] $\tan\theta_1 = \frac{1}{e}, \quad u_1 = \sqrt{\frac{1+e^2}{2}}u_0$ (完答3点)

[記述] 最大2点

・速さでなく速度成分について e に関する式を書こうとしている：1点
・接線方向において速さまたは運動量が変化しないことがわかっている：1点

(3)
2点

[解答] $T_1 = \frac{2\sqrt{2}eR}{(1+e^2)u_0}$ (解答2点)

[記述] 最大1点

・次の衝突までの移動距離が $2R\cos\theta_1$ であることがわかっている：1点

(4)
2点

[解答] $\tan\theta_n = \frac{1}{e^n}, \quad u_n = \sqrt{\frac{1+e^{2n}}{2}}u_0$ (完答2点)

[記述] 最大1点

・「 $e^{(nを含む式)}$ 」が書いてある：1点

(5)
2点

[解答] $N = \frac{mu_0^2}{2R}$ (解答2点)

[記述] 最大1点

・ n が無限になることを考えている：1点
・等速円運動であることがわかっている：1点

(1)
1点

[解答] $u_{1x} = -\frac{eu_0}{\sqrt{2}}, \quad u_{1y} = \frac{u_0}{\sqrt{2}}$ (完答1点)

(2)
2点

[解答] $x_C = \frac{mu_0}{\sqrt{2}(M+m)}t, \quad y_C = -\frac{m}{M+m}R + \frac{mu_0}{\sqrt{2}(M+m)}t$

(完答2点)

[記述] 最大1点

・等速直線運動であることがわかっている：1点

(3)
2点

[解答] ③ (解答2点)

(4)
2点

[解答] $w = \frac{Mu_0}{\sqrt{2}(M+m)}$ (解答2点)

[記述] 最大1点

・質量の比に注目している：1点
・角速度について考えている：1点

(5)
3点

[解答] $N = \frac{Mmu_0^2}{2(M+m)R}$ (解答2点)

[記述] 最大2点

II
計10点

- ・重心Cを中心とする円運動であることがわかっている：1点
- ・円運動の速さが w であることがわかっている：1点
- ・向心加速度を考えようとしている：1点

第2問 (計20点)

受験生へ：計算が全く違っていても着眼点や解答方針には物理的な意味があり、当然配点がある。白紙答案は避けること。

I 計5点	(1) 2点	[解答] $\phi = kQ \left\{ \frac{1}{\sqrt{x^2 + y^2}} - \frac{\alpha}{\sqrt{(x - \ell)^2 + y^2}} \right\}$ (解答2点) [記述] 最大1点 ・符号のミス：1点
	(2) 2点	[解答] $\alpha = \frac{r}{d}$, $\ell = \frac{d^2 - r^2}{d}$ (解答各1点) [記述] 最大1点 ・設問I(1)の式を用いて $\phi = 0$ を計算しようとしている：1点 ・円の方程式の中心と半径を読み取ろうとしている：1点
	(3) 1点	[解答] ③ (解答1点)
II 計7点	(1) 2点	[解答] ⑤ (解答2点) [記述] 最大1点 ・導体球C外部の電場は点電荷Bからの電場と同じであることがわかっている：1点 ・導体球C内部の電場は点電荷Aの電場を打ち消すことがわかっている：1点
	(2) 3点	[解答] $E_P = \frac{kQ(d - r)}{r(d + r)^2}$ (解答3点) [記述] 最大2点 ・導体球Cを点電荷Bとみなしている：1点 ・点電荷Aと導体球Cによる電場を合成しようとしている：1点
	(3) 2点	[解答] ① (解答2点) [記述] 最大1点 ・ $\theta = 0$ での ρ が E_P に比例することがわかっている：1点 ・次元の比較を考えている：1点 ・ $r = d$ のときに注目している：1点 ・ θ の偶関数であることがわかっている：1点
III 計8点	(1) 4点	[解答] ア： $(x_C =) \frac{r^2}{x}$ イ： $(Q_C =) -\frac{Qr}{x}$ ウ： $(f =) \frac{kQ^2rx}{(x^2 - r^2)^2}$ エ： $(U =) -\frac{kQ^2r}{2(x^2 - r^2)}$ (解答各1点)
	(2) 2点	[解答] $v_0 = \sqrt{\frac{kQ^2}{3mr}}$, $\Delta Q_C = \frac{Q}{2}$ (完答2点) [記述] 最大1点 ・設問III(1)エで求めた静電エネルギーを使おうとしている：1点 ・十分遠方に達したとき導体球の電荷が0となることがわかっている：1点

- (3)
2点
- [解答] $I_s = \frac{Qv_0}{4r}$ (解答2点)
- [記述] 最大1点
- ・電流の定義 $I = \frac{dQ}{dt}$ がわかっている：1点
 - ・速度の定義 $v = \frac{dx}{dt}$ がわかっている：1点

第3問 (計20点)

受験生へ：計算が全く違っていても着眼点や解答方針には物理的な意味があり、当然配点がある。白紙答案は避けること。

I 計10点	(1) 3点	<p>[解答] $r_0 = \frac{i_0}{n}$, $i_1 = \theta - \frac{i_0}{n}$ (完答3点)</p> <p>[記述] 最大2点</p> <ul style="list-style-type: none"> ・屈折の法則を書こうとしている：1点 ・$r_0 + i_1 = \theta$と同値式を書いている：1点 ・片方のみ正解している：1点
	(2) 2点	[解答] $i_2 = i_1 + \theta$, $i_3 = i_1 + 2\theta$ (解答各1点)
	(3) 2点	<p>[解答] $r_1 = n\theta - i_0$, $r_2 = 3n\theta - i_0$ (完答2点)</p> <p>[記述] 最大1点</p> <ul style="list-style-type: none"> ・屈折の法則を書こうとしている：1点 ・片方のみ正解している：1点
	(4) 3点	<p>[解答] $\phi_1 = (n-1)\theta$, $\phi_2 = (3n-1)\theta$ (完答3点)</p> <p>[記述] 最大2点</p> <ul style="list-style-type: none"> ・$\phi_1 = i_0 - r_0 + r_1 - i_1$がわかっている：1点 ・$\phi_2 = i_0 - r_0 + r_2 - i_1$がわかっている：1点 ・片方のみ正解している：1点
II 計8点	(1) 2点	<p>[解答] $\alpha = \frac{h}{a}$, $\beta = \frac{h}{b}$, $\gamma = \frac{h}{c}$ (完答2点)</p> <p>[記述] 最大1点</p> <ul style="list-style-type: none"> ・三角関数の近似式を使おうとしている：1点
	(2) 2点	[解答] $\phi_1 = \alpha + \beta$, $\phi_2 = \alpha + \gamma$ (解答各1点)
	(3) 2点	<p>[解答] $\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{2(n-1)}{\frac{R}{\tau}}$, $\frac{1}{a} + \frac{1}{c} = \frac{2(3n-1)}{\frac{R}{\iota}}$ (完答2点)</p> <p>[記述] 最大1点</p> <ul style="list-style-type: none"> ・設問II(2)で得た表式に、設問II(1)のα, β, γの表式と設問I(4)のϕ_1, ϕ_2の表式を代入している：1点
	(4) 2点	<p>[解答] $\frac{1}{7}$ (解答2点)</p> <p>[記述] 最大1点</p> <ul style="list-style-type: none"> ・極限$a \rightarrow \infty$を考えている：1点
III 計2点	<p>[解答] $\frac{1}{a} + \frac{1}{d} = \frac{2(5n-1)}{\frac{R}{\upsilon}}$ (解答2点)</p> <p>[記述] 最大1点</p> <ul style="list-style-type: none"> ・反射の度に入射角がθずつ増えることに気が付いている：1点 	