第１問（計２０点）

I 計６点	(1) ４点	［解答］ $v=u\sqrt{(e\sin\alpha)^2+\cos^2\alpha}$ ，　$\tan\beta=e\tan\alpha$ （各２点） ［記述］ 最大２点 ・x 方向に跳ね返り係数の式を書こうとしていれば１点 ・撃力の作用線の向きに注意している（速度の y 成分が変わらないことがわかっている）ならば１点
	(2) ２点	［解答］ $E=\dfrac{(1-e)I^2}{2(1+e)m}$ （解答２点） ［記述］ 運動量と力積の関係を書こうとしていれば１点
II 計１４点	(1) ６点	［解答］ $w=u\sqrt{\left(\dfrac{eM-m}{M+m}\sin\alpha\right)^2+\cos^2\alpha}$ $\tan\theta=\dfrac{eM-m}{M+m}\tan\alpha$ $V=\dfrac{(1+e)m}{M+m}u\sin\alpha$ $\tan\phi=0$（全６点） 正解の数に応じて、部分点を与える。 ［記述］ 最大３点 ・x 方向に跳ね返り係数の式を書こうとしていれば１点 ・撃力の作用線の向きに注意している（$\phi=0$ を書いている，または と　それぞれの速度の y 成分が変わらないことがわかっている）ならば１点 ・運動量に注目しているならば１点
	(2) ５点	［解答］ ア：$\dfrac{m}{e}$，　イ：0，　ウ：$u\cos\alpha$，　エ：$eu\sin\alpha$　オ：十分に大きい　（各１点）
	(3) ３点	［解答］ ②　（解答３点）

第２問（計２０点）

I 計 4 点		［解答］ ア：$\dfrac{\sqrt{2}kQ^2}{2\ell}$(解答 1 点)，　イ：$\dfrac{kQ^2}{2\ell}$(解答 1 点) ウ：$\dfrac{\left(2\sqrt{2}+1\right)kQ^2}{\ell}$（解答 2 点）
II 計 3 点	(1) 1 点	［解答］ $U_1=\dfrac{\left(2\sqrt{2}+1\right)kQ^2}{2\ell}$（解答 1 点）
	(2) 2 点	［解答］ $v_\mathrm{A}=\sqrt{\dfrac{\left(2\sqrt{2}+1\right)kQ^2}{m\ell}}$（解答 2 点） ［記述］ $\dfrac{1}{2}mv^2+U_1=U_0$ がわかっていれば 1 点
III 計 2 点		［解答］ $K_2=\dfrac{\left(2\sqrt{2}+1\right)kQ^2}{\ell}$（解答 2 点） ［記述］ 状態 2 において系に蓄えられる静電エネルギーが 0 であることがわかっていれば 1 点
IV 計１１点	(1) 1 点	［解答］ $\phi_z=\dfrac{4kQ}{\sqrt{z^2+\ell^2}}$（解答 1 点）
	(2) 1 点	［解答］ ④(解答 1 点)
	(3) 4 点	［解答］ エ：$\dfrac{4kQ}{\ell}$，　オ：$\dfrac{kQ}{\ell^3}$（解答各 2 点）
	(4) 2 点	［解答］ ⑤(解答 2 点)
	(5) 1 点	［解答］ ⑥(解答 1 点)
	(6) 2 点	［解答］ 軸：z 軸，　$v_\mathrm{E}=\sqrt{\dfrac{8kQ^2}{m\ell}}$（解答各 1 点）

第３問（計２０点）		
I 計４点	(1) ２点	[解答]　$\sin i = n\sin r$，　$\sin i' = n\sin r'$（解答各１点）
	(2) ２点	[解答]　$\alpha = r + r'$，　$\delta = i + i' - r - r'$（解答各１点）
II 計８点	(1) ５点	[解答]　ア：紫，イ：曲線１，ウ：②，エ：67，オ：63（解答各１点） ・エ：66〜68 は正解とする，オ：62〜64 は正解とする ・イを曲線２と答えてしまった場合、エとオの答えが逆になっていても正解とする
	(2) ３点	[解答]　最大値：$2\times10°$（$20°$ でも可），最小値：$4°$（$3°\sim5°$ なら可） （３点） 下記に該当する記述点がなくても，片方の値が正しければ１点を与える [記述] ・β の最小値が $i = 90°$ のときであることがわかっていれば１点 ・β の最大値が $i = 37°$（曲線１の左端）のときであることがわかっていれば１点
III 計５点	(1) ２点	[解答]　$\sin r = \sin i + \dfrac{\lambda}{d}$（２点） [記述]　経路差が $d\sin r - d\sin i$（またはその異符号）であることがわかっていれば１点
	(2) ３点	[解答]　$\cos\Delta r = 1 - \dfrac{\Delta\lambda}{d}$（３点） [記述]　最大２点 ・$\sin r_1 - \sin r_0 = \dfrac{\Delta\lambda}{d}$ が書かれていれば１点 ・$r_1 = 90°$ のとき Δr が最大となることがわかっていれば１点
IV 計３点	(3) ３点	[解答]　最大値：$2\times10°$（$20°$ でも可），最小値：$5°$（$3°\sim5°$ なら可） （３点） 下記に該当する記述点がなくても，片方の値が正しければ１点を与える [記述] ・β の最大値が前問の Δr であることがわかっていれば１点 ・β の最小値が $i = 0$ のときであることがわかっていれば１点