

[A類理科コース, B類理科コース 対象]

物理基礎・物理 解答例

令和7年度
一般選抜前期
私費外国人
帰国生

I	問1	任意の物体の質量を m とする。地球表面に置かれた物体が受ける重力は遠心力を無視すれば地球からの万有引力によるものなので $mg = \frac{GM_0m}{R_0^2}$ となる。よって $g = GM_0/R_0^2$ となることがわかる。
	問2	無限遠方を万有引力による位置エネルギー U の基準点とすると、地球の中心からの距離を r とし、物体の速さを v とすると力学的エネルギー保存則 $\frac{1}{2}mv^2 - \frac{GM_0m}{r} = \text{一定}$ が成り立つ。これより、地球表面から速さは V で打ち上げられた物体が無限遠方に到達したときの速さを 0 とすると、無限遠方で位置エネルギー U は 0 であるから $\frac{1}{2}mV^2 - \frac{GM_0m}{R_0} = \frac{1}{2}m \cdot 0^2 + 0 = 0$ が成り立つ。これより $V = \sqrt{2GM_0/R_0}$ となる。
	問3	$2GM/c^2$ に与えられた値を代入し計算すると、有効数字1桁では $\frac{2GM}{c^2} = \frac{2 \cdot (6.7 \times 10^{-11}) \cdot 2.0 \times 10^{30}}{(3.0 \times 10^8)^2} \text{m} \approx 3 \times 10^3 \text{m}$ となる。
	問4	(1) 惑星は太陽からの万有引力を受けて等速円運動しているので、 $m \frac{v^2}{r} = G_n \frac{Mm}{r^n}$ が成り立つ。これより $v = \sqrt{\frac{G_n M}{r^{n-1}}}$ となる。
		(2) $vT = 2\pi r$ より $T = \frac{2\pi r}{v} = 2\pi r \sqrt{\frac{r^{n-1}}{G_n M}} = 2\pi \sqrt{\frac{r^{n+1}}{G_n M}}$
		(3) (2)より $\frac{T^2}{r^3} = \frac{\left(2\pi \sqrt{\frac{r^{n+1}}{G_n M}}\right)^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{G_n M} r^{n-2}$ となる。よってこの値が r によらず一定になるためには $n = 2$ でなければならない。

以下の解答欄は裏面

[A類理科コース, B類理科コース 対象]

物理基礎・物理 解答例

令和7年度
一般選抜前期
私費外国人
帰国生

II	問1	① $x+a$ (または $-x-a$)	② $x-a$ (または $a-x$)	③ $-2kqx$
		④ $-2kqa$	⑤ $2kqx$	
	問2	⑥ $\frac{kq}{(x+a)^2}$	⑦ $\frac{kq}{(x-a)^2}$	⑧ $-2kq(x^2+a^2)$
		⑨ $-4kqax$	⑩ $2kq(x^2+a^2)$	
	問3	(1) QをAへ近づけると, QがAに置かれた電荷から受ける斥力(反発力)は大きくなり, Bに置かれた電荷から受ける反発力は小さくなる. そのため, Qを原点に戻すような力が生じる. QをBへ近づけたときはBに置かれた電荷から受ける斥力(反発力)は大きくなり, Aに置かれた電荷から受ける反発力は小さくなる. いずれの場合もQをx軸上で原点から少しずらすと, 原点へ戻そうとする力が電場からはたらく.		
		(2) Qをy軸の正方向へずらすと, A, Bに置かれた電荷からQに向かう力の合力はy軸の正方向を向く. Qをy軸の負の方向へずらしても, A, Bに置かれた電荷からQに向かう力の合力はy軸の負方向を向く. いずれの場合もQを原点から遠ざけようとする力がはたらく.		
III	問1	① $m_e \frac{v_e^2}{r} = k \frac{e^2}{r^2}$	② $2\pi r = n\lambda$	③ $\frac{h}{m_e v_e}$
		④ $\frac{nh}{2\pi m_e r}$	⑤ $\frac{n^2 h^2}{4\pi^2 k m_e e^2}$	⑥ $-\frac{ke^2}{2r}$
	問2	⑦ $-\frac{2\pi^2 k^2 m_e e^4}{n^2 h^2}$	⑧ $\frac{2\pi^2 k^2 m_e e^4}{h^2} \left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right)$	⑨ $h\nu$
		⑩ $v = \frac{c}{\lambda}$		