1 太陽を周回する惑星の運動に関する次の文章を読み，下の問い ((1)～(3)) に答えよ。

惑星が太陽に最も近づく点を近日点，最も遠ざかる点を遠日点と呼ぶ。図 1 のように，太陽からの惑星の距離と惑星の速さを，近日点で r_1，v_1，遠日点で r_2，v_2 とする。また，太陽の質量，惑星の質量，万有引力定数をそれぞれ M，m，G とする。

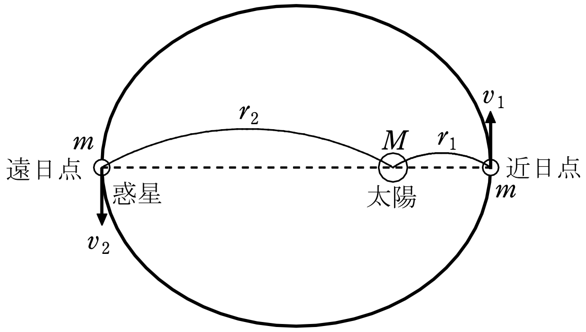

図 1

(1) 惑星の運動については「惑星と太陽とを結ぶ線分が一定時間に通過する面積は一定である」というケプラーの第二法則 (面積速度一定の法則) が成りたつ。これから得られる関係式として正しいものを，次の ①～⑥ のうちから 1 つ選べ。 $\boxed{1}$

① $\dfrac{r_1}{Mv_1}=\dfrac{r_2}{mv_2}$ ② $mr_1v_1=Mr_2v_2$

③ $\dfrac{r_1}{mv_1}=\dfrac{r_2}{Mv_2}$ ④ $Mr_1v_1=mr_2v_2$

⑤ $\dfrac{r_1}{v_1}=\dfrac{r_2}{v_2}$ ⑥ $r_1v_1=r_2v_2$

(2) 図 2 の (a)～(d) の曲線のうち，太陽からの惑星の距離 r と惑星の運動エネルギーの関係を表すものはどれか。また，距離 r と万有引力による位置エネルギーの関係を表すものはどれか。その組合せとして最も適当なものを，下の ①～⑥ のうちから 1 つ選べ。ただし，万有引力による位置エネルギーは，無限遠で 0 とする。 $\boxed{2}$

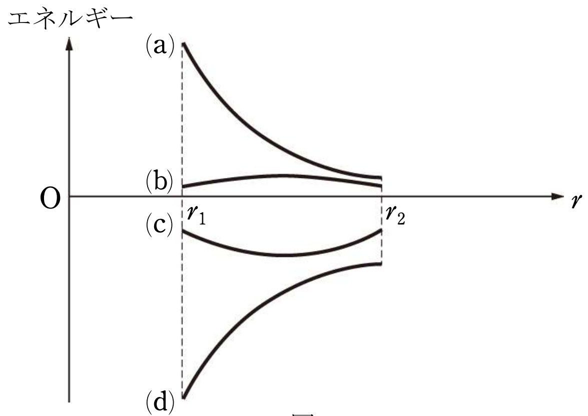

図 2

	運動エネルギー	位置エネルギー
①	(a)	(b)
②	(a)	(c)
③	(a)	(d)
④	(b)	(a)
⑤	(b)	(c)
⑥	(b)	(d)

(3) 次の文章中の空欄 $\boxed{ア}$・$\boxed{イ}$ に入れる式と語の組合せとして最も適当なものを，次の ①～⑧ のうちから 1 つ選べ。 $\boxed{3}$

惑星の軌道が円である場合と，楕円 (だえん) である場合の力学的エネルギーについて考える。図 3 の軌道 A のように，惑星が半径 r の等速円運動をすると，その速さは $v=\boxed{ア}$ となる。一方，軌道 B のように，近日点での太陽からの距離が r となる楕円運動の場合，惑星の力学的エネルギーは，軌道 A の場合の力学的エネルギーに比べて $\boxed{イ}$。

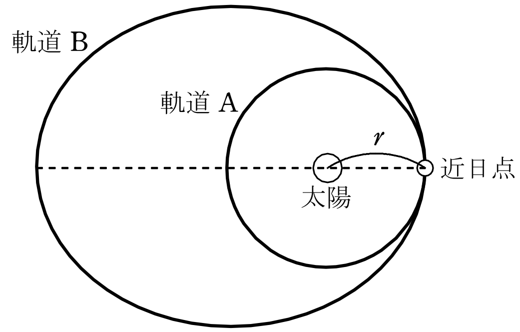

図 3

	ア	イ
①	$m\sqrt{\dfrac{G}{Mr}}$	大きい
②	$m\sqrt{\dfrac{G}{Mr}}$	小さい
③	$M\sqrt{\dfrac{G}{mr}}$	大きい
④	$M\sqrt{\dfrac{G}{mr}}$	小さい
⑤	$\sqrt{\dfrac{Gm}{r}}$	大きい
⑥	$\sqrt{\dfrac{Gm}{r}}$	小さい
⑦	$\sqrt{\dfrac{GM}{r}}$	大きい
⑧	$\sqrt{\dfrac{GM}{r}}$	小さい

2 図1のように，十分大きくなめらかな円錐(えんすい)面が，中心軸を鉛直に，頂点Oを下にして置かれている。大きさの無視できる質量 m の小物体が円錐面上を運動する。頂点Oにおいて円錐面と中心軸のなす角度を θ とし，重力加速度の大きさを g とする。

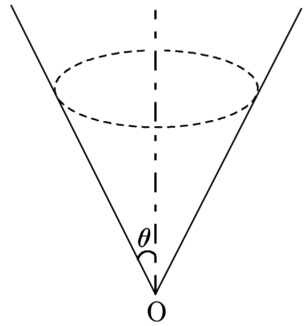

図 1

(1) 図2のように，頂点Oから距離 l の位置に小物体を置き，静かに放した。小物体が頂点Oに到達するまでの時間を表す式として正しいものを，下の ①～⑧ のうちから1つ選べ。 $\boxed{1}$

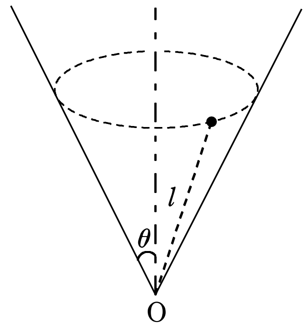

図 2

① $\dfrac{l}{g}$　② $\dfrac{l}{g}\tan\theta$　③ $\dfrac{l}{g\cos\theta}$　④ $\dfrac{l}{g\sin\theta}$

⑤ $\sqrt{\dfrac{2l}{g}}$　⑥ $\sqrt{\dfrac{2l}{g}\tan\theta}$　⑦ $\sqrt{\dfrac{2l}{g\cos\theta}}$　⑧ $\sqrt{\dfrac{2l}{g\sin\theta}}$

(2) 次に，図3のように，大きさ v_0 の初速度を水平方向に与えると，小物体は等速円運動をした。その半径 a を表す式として正しいものを，下の ①～⑧ のうちから1つ選べ。$a=\boxed{2}$

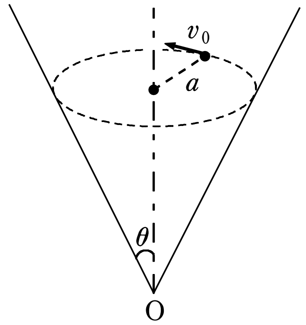

図　3

① $\dfrac{g\sin\theta}{{v_0}^2}$　② $\dfrac{g\cos\theta}{{v_0}^2}$　③ $\dfrac{g}{{v_0}^2\tan\theta}$　④ $\dfrac{g\sin\theta\cos\theta}{{v_0}^2}$

⑤ $\dfrac{{v_0}^2}{g\sin\theta}$　⑥ $\dfrac{{v_0}^2}{g\cos\theta}$　⑦ $\dfrac{{v_0}^2\tan\theta}{g}$　⑧ $\dfrac{{v_0}^2}{g\sin\theta\cos\theta}$

(3)　次に，図4のように，頂点Oから距離 l_1 の点Aで，大きさ v_1 の初速度を与えたところ，小物体は円錐面にそって運動し，頂点Oから距離 l_2 の点Bを通過した。点Bにおける小物体の速さを表す式として正しいものを，下の ①～⑨ のうちから1つ選べ。$\boxed{\ 3\ }$

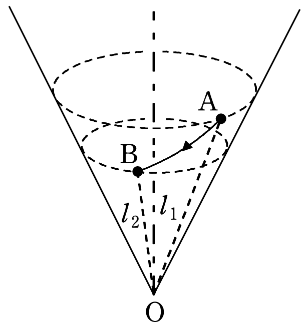

図　4

① $\sqrt{2g(l_1-l_2)}$　② $\sqrt{{v_1}^2+2g(l_1-l_2)}$

③ $\sqrt{2g(l_1-l_2)\cos\theta}$　④ $\sqrt{{v_1}^2+2g(l_1-l_2)\cos\theta}$

⑤ $\sqrt{2g(l_1-l_2)\sin\theta}$　⑥ $\sqrt{{v_1}^2+2g(l_1-l_2)\sin\theta}$

⑦ v_1　⑧ $v_1\cos\theta$

⑨ $v_1\sin\theta$