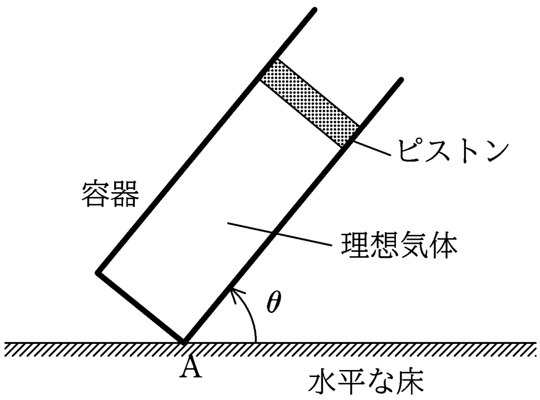
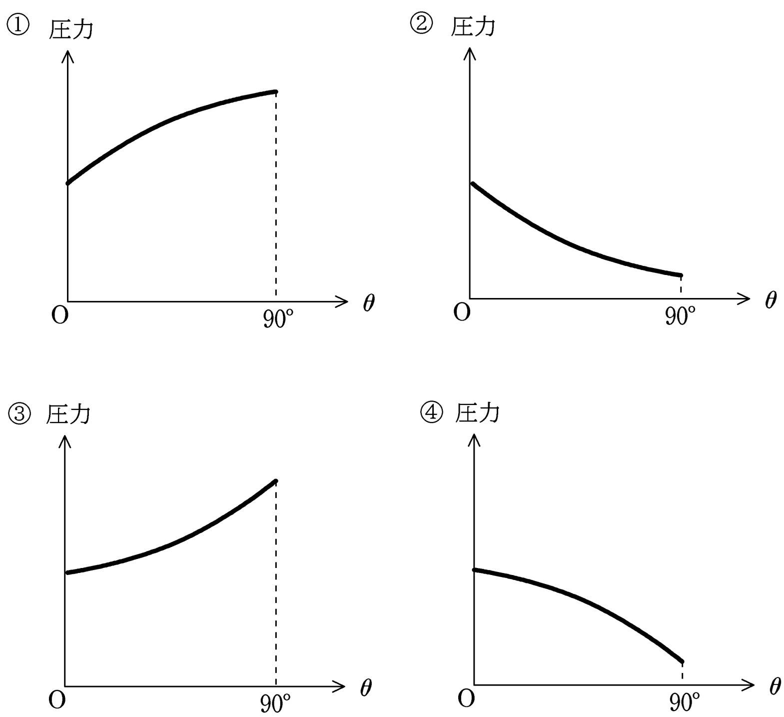
問題 4



水平な床の上に容器をおき，質量 m で断面積 S のピストンで理想気体を封入する．以下，ピストンはなめらかに動くことができ，大気圧は一定で p_0 とする．また，重力加速度の大きさを g とする．

問 1 図のように，水平な床の上から容器の右端 A を中心に $\theta = 0^\circ$ からゆっくりと $\theta = 90^\circ$ になるまで回転させる．このとき，θ と理想気体の圧力の関係をあらわすグラフとして最も適当なものを下の ①～④ の中から選べ． $\boxed{\ 1\ }$



問 2 問 1 において，$\theta = 0^\circ$ から 90° になるまで，理想気体は常に温度が一定であった．$\theta = 0^\circ$ のときの理想気体の体積を V_1，$\theta = 90^\circ$ のときの体積を V_2 とするとき，$\dfrac{V_2}{V_1} = \boxed{\ 2\ }$ となる．

$\boxed{\quad 2 \quad}$ に入る数式として最も適切なものを下の ①〜⑥ の中から選べ.

① $1+\dfrac{mg}{p_0S}$　② $1+\dfrac{mg}{p_0}$　③ $1+\dfrac{mgS}{p_0}$

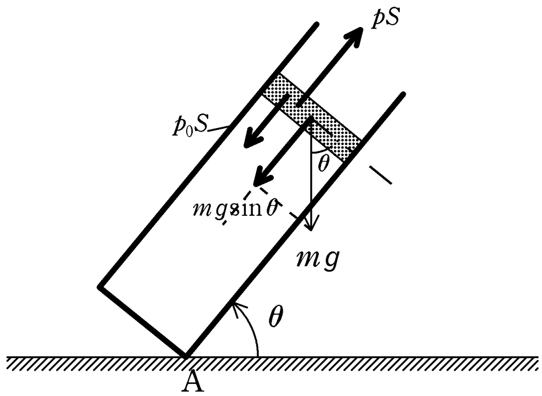
④ $\dfrac{p_0S}{p_0S+mg}$　⑤ $\dfrac{p_0}{p_0+mg}$　⑥ $\dfrac{p_0}{p_0+mgS}$

⋆ 解答 ⋆　問 1　①　問 2　④

問 1 角度 θ において，ピストンの面に垂直な方向のつり合いの式を立てる．大気がおす力の大きさは p_0S，重力の面に垂直な成分の大きさは $mg\sin\theta$ となる．理想気体の圧力を p とすると，力のつり合いの式より

$$pS = p_0S + mg\sin\theta$$
$$\therefore \quad p = p_0 + \frac{mg}{S}\sin\theta \quad \cdots(*)$$

この式より，適当なグラフは ①



問 2 等温変化なので，ボイルの法則が成り立つ．$\theta = 0^\circ$ のときの圧力は，$(*)$ より，$p_1 = p_0$．$\theta = 90^\circ$ のときの圧力は，$p_2 = p_0 + \dfrac{mg}{S}$ である．ボイルの法則より

$$p_1V_1 = p_2V_2$$
$$\therefore \frac{V_2}{V_1} = \frac{p_1}{p_2} = \frac{p_0S}{p_0S+mg}$$