

令和5年度 神戸大学

「志」特別選抜 総合問題（機械）

注意事項

1. 解答はそれぞれ別々の答案用紙に記載すること。

問1 (配点70点)

図1-1に示すようなジャッキ(ハンドルを回して,対象物を垂直方向に上げ下げする機械装置)がある.このジャッキは土台にあげられためねじと送りねじのねじ山の摩擦力によって対象物を支えている.

このジャッキの成立条件を考える.下記の設問に答えなさい.

ただし,すべての要素は剛体とみなし,対象物以外の質量は無視する.また,与えられている変数以外のものは定義した上で用いても構わない.

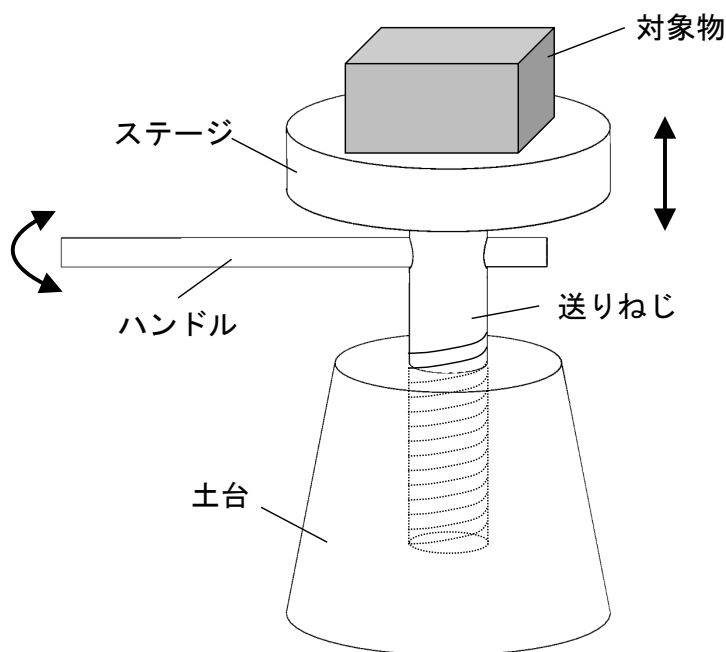


図1-1

対象物を垂直方向に上昇させる場合を考える.

- (1)送りねじのねじ山は,土台のめねじのねじ山に接触しながら上昇する.その際,図1-2aに示すようにリード角 $\beta$ とすると,めねじのねじ山には軸力 $Q$ が作用しており,送りねじの接線力 $F_1$ を加えることによって送りねじが上昇し始める.ここで,図1-2aに示される力学関係を図1-2bを用いて考える.このとき,送りねじの接線力 $F_1$ を軸力 $Q$ ,リード角 $\beta$ ,およびねじ面の静摩擦係数 $\mu_s$ を用いて表しなさい.(ねじ面以外の摩擦は無視する.)

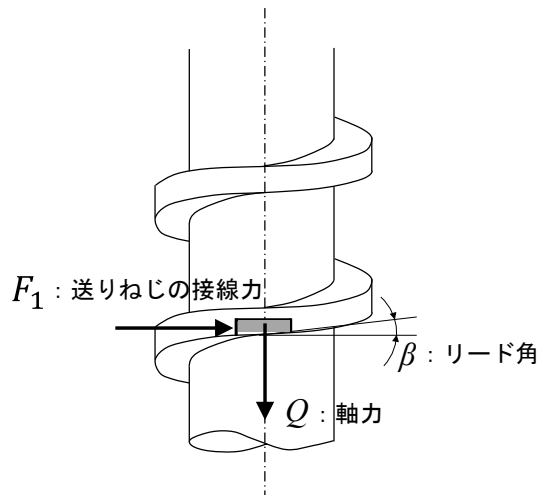


図 1-2a

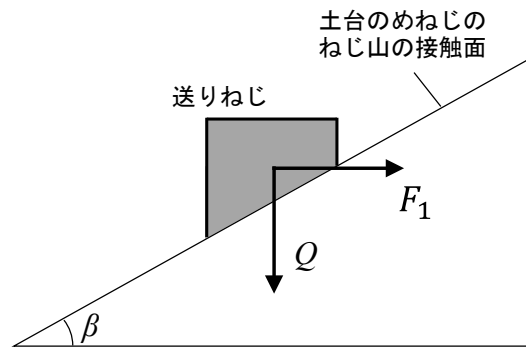


図 1-2b

- (2) 同じ重量の対象物を持ち上げる際に、ハンドルに加える力を小さくするためには、例えばハンドルの長さを長くするなどの工夫が考えられる。他にどのような工夫をすればよいかを設問(1)の結果にもとづいて示しなさい。また、その工夫をする際にジャッキの使い勝手が悪くなることがある場合には、その説明もあわせて示しなさい。

次に、対象物を垂直方向に下降させる場合および静止条件を考える。

- (3) 送りねじのねじ山は、土台のめねじのねじ山に接触しながら下降する。その際、図 1-3 に示すように、めねじのねじ山には軸力  $Q$  が作用しており、送りねじの接線力  $F_2$  を加えることによって送りねじが下降し始める。このとき、送りねじの接線力  $F_2$  を軸力  $Q$ 、リード角  $\beta$ 、およびねじ面の静摩擦係数  $\mu_s$  を用いて表しなさい。(ねじ面以外の摩擦は無視する。)

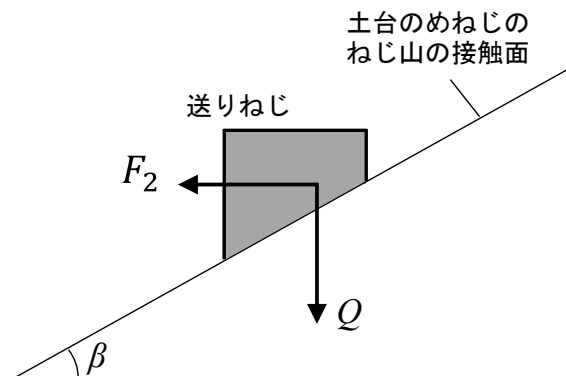


図 1-3

- (4) 図 1-4 に示すように斜面上に物体を静止させる場合、傾き角 $\theta_c$ は物体を静止させることのできる限界の傾き角である場合に摩擦角とよぶ。接触面の静摩擦係数 $\mu_s$ を摩擦角 $\theta_c$ を用いて表しなさい。

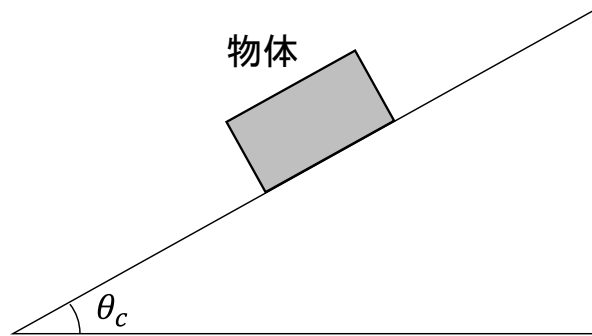


図 1-4

- (5) 設問(3)で求めた送りねじが下降し始める際に、送りねじの接線力 $F_2$ を摩擦角 $\theta_c$ と軸力 $Q$ , およびリード角 $\beta$ を用いて表しなさい。また、ジャッキが任意の位置で静止することができる条件を摩擦角 $\theta_c$ とリード角 $\beta$ を用いて表しなさい。

最後に、一般的な金属材料（アルミ合金など）でできたジャッキの強度を考える。

- (6) 対象物の重量が過大となる場合、ジャッキは破損する。破損する部位として考えられる箇所および破損の理由を重要と考えられる順に3つ示しなさい。

## 問2 (配点 30 点)

図 2-1 に示すように，大気圧下で水を入れた容器を底面から加熱する．このとき，加熱されている容器底部から蒸気泡が発生する水の沸騰現象について考える．ただし，水深の影響については無視する．

液体と気体の界面には，表面張力 $\sigma$ が働く．このことにより，液体中に半径 $r$ の球形気泡が存在するとき，気泡内部の圧力 $p_g$ は， $\frac{2\sigma}{r}$ だけ周囲液体の圧力に比べて高くなる．すなわち，周囲液体の圧力を $p_l$ としたとき，

$$p_g - p_l = \frac{2\sigma}{r}$$

が成り立つ．

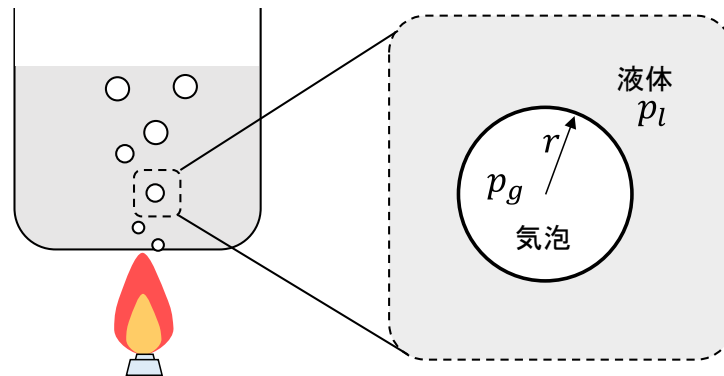


図 2-1

以下の問いに答えなさい．

- (1) 水の沸点は大気圧下 ( $=1.0 \times 10^5 \text{Pa}$ ) では  $100^\circ\text{C}$  であるが，実際に蒸気泡が生じるためには，蒸気泡が生じる周囲の水の温度を  $100^\circ\text{C}$  より高くする必要がある．この理由について説明しなさい．
- (2) 容器が滑らかな材質でできている場合，急激な沸騰（突沸）が生じることがある．これを防ぐためには，どのような方法が考えられるか．その方法と理由について説明しなさい．

【出題の意図・評価のポイント】

問 1

具体的な機械装置であるジャッキを取り上げ，その機能を実現している各要素を力学の観点から理解できるかを問う．

問 2

熱力学における沸騰現象について，単純化した理想的な状態から導き出された理論と実際に起きる運動との違いについて，その根拠を示し理解しているかを問う．