

## § A: 公式理解問題

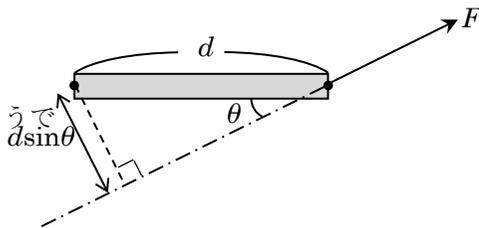
1 《テーマ》 モーメントの計算

解答  $B > A = D > C$

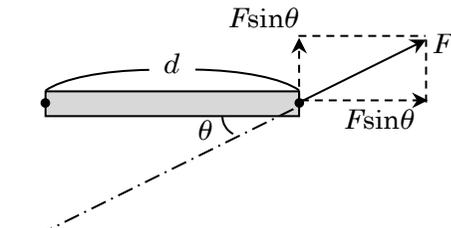
解説 モーメントの大きさは、

① 力×うでの長さ

② 力を分解×作用点までの長さ



力の作用線(ベクトルを伸ばした線)への最短距離がうで。  
作用線への垂線ともいえる。



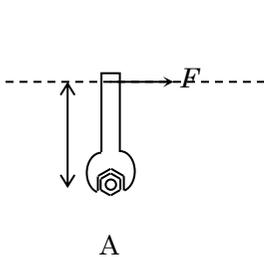
上図のどと、 $F \sin \theta$  の成分が、モーメントに関わる成分。

$$\text{モーメント} = F \times d \sin \theta$$

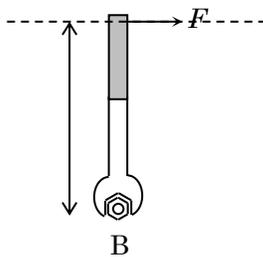
$$\text{モーメント} = F \sin \theta \times d$$

どっちのやり方でも同じ結果!! どっちでも出せる!!

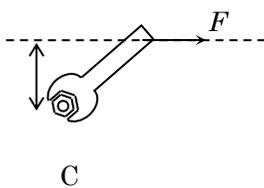
A～D のうでの長さを考えると、



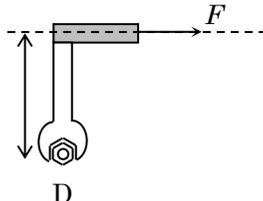
A



B



C



D

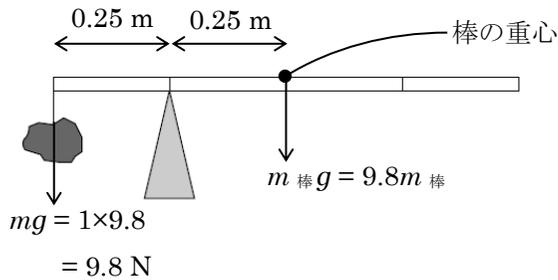
うでの長さは  $B > A = D > C$  となる。

よってモーメントの大きさも  $B > A = D > C$  となる。

2 《テーマ》 点の周りのモーメントの和

解答 ウ

解説 木の棒の重心は、棒の真ん中にあることに注意する。



石によるモーメントは、反時計回りで  $0.25 \times 9.8$

棒によるモーメントは、時計回りで  $0.25 \times 9.8 m_{\text{棒}}$

モーメントの和が 0 なので、

$$0.25 \times 9.8 + (-0.25 \times 9.8 m_{\text{棒}}) = 0 \quad (\text{反時計回りが正。})$$

$m_{\text{棒}}$ について解いて、 $m_{\text{棒}} = 1.0 \text{ kg}$  解答はウ

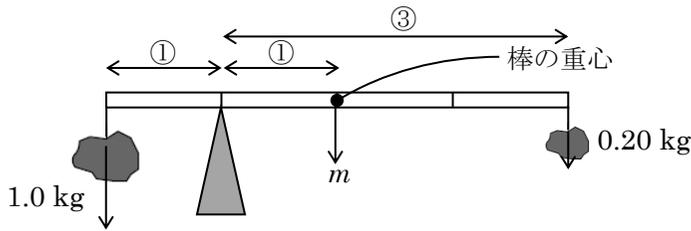
\* 『モーメントの和が 0』 という立式は、

$$0.25 \times 9.8 = 0.25 \times 9.8 m_{\text{棒}} \quad (\text{時計回りの合計} = \text{反時計回りの合計}) \text{ でもよい。}$$

3 《テーマ》 点の周りのモーメントの和

解答 イ

解説 木の棒の重心は、棒の真ん中にあることに注意する。



前問2では厳密に長さ、重力を出して計算したが、今回は比で計算してみよう。

1.0 kg の石によるモーメント … 反時計回りで  $1.0\text{kg} \times 1$

棒によるモーメント … 時計回りで  $m_{(\text{kg})} \times 1$

0.20 kg の石によるモーメント … 時計回りで  $0.20\text{kg} \times 3$

モーメントの和が 0 なので、

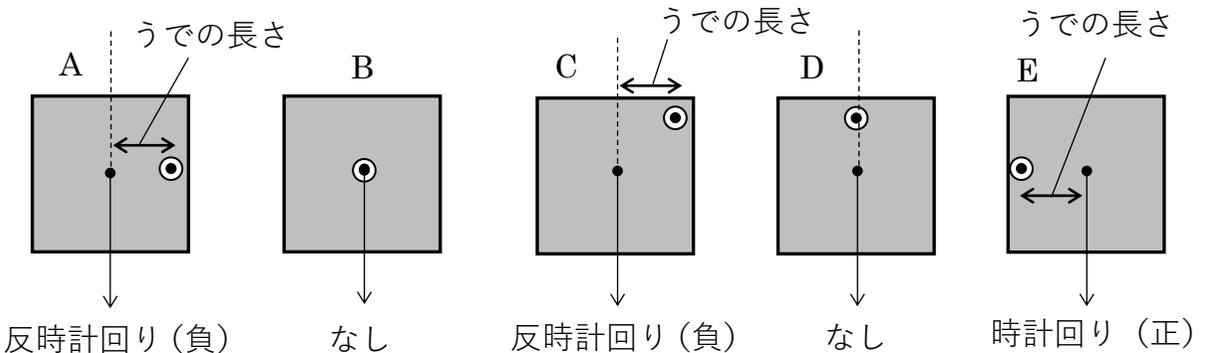
$$1.0 \times 1 = m \times 1 + 0.20 \times 3 \quad (\text{反時計} = \text{時計} \quad \text{という立式をしている})$$

これを  $m$  について解いて、 $m = 0.40 \text{ kg}$       解答はイ

4 《テーマ》 重心の位置

解答 E > B = D > A > C

解説 厚さが一様で対照的な形のものの重心は、その中心であると考えてよい。今回の場合、板のちょうど中央だといえる。そこに重力ベクトルを書きこみ、うでの長さ、モーメントの向きを考える。



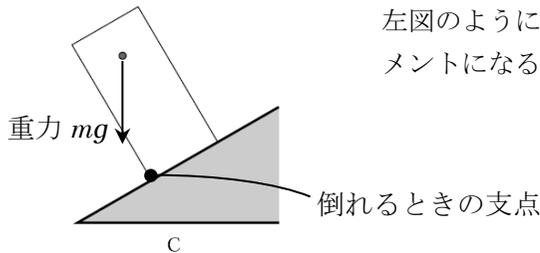
上図のように、モーメントの向きを考えると A、B が反時計回り (負)、E が時計回り (正) とかる。また、それらのうでの長さはすべて板のちょうど半分と同じである。よってモーメントの大きさは A と C で同じとわかり、 $E > B = D > A > C$  となる。

## § B: 概念理解問題

1 《テーマ》 物体の転倒条件

解答 C

解説 転倒するときは、物体の左下すみのを中心に回転する。左下すみの周りのモーメントが反時計周りだと、転倒してしまう。



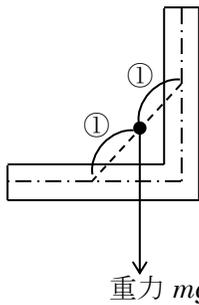
左図のように、重力によるモーメントが反時計周りのモーメントになると物体は転倒する。 解答は C

2 《テーマ》 重心の位置

解答 A = B = C = D

解説 L 字形の木材の重心に、木材にかかる重力がすべて働くと考えると比較が簡単になる。

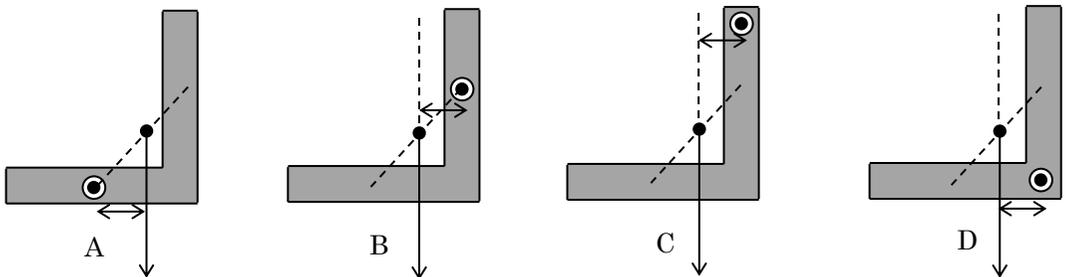
木材の重心は、下図のような位置になる。



(縦の棒と、横の棒に分けて重力を考え、平行力の合成をする。)

重力  $mg$  木材の質量を  $m$  と置くと、重力の大きさは  $mg$  となる。

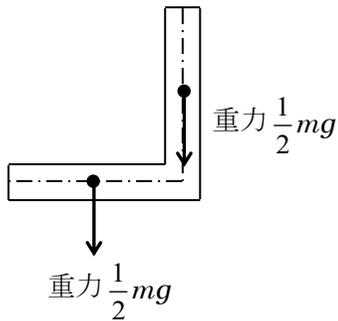
上図の位置に重力が働くと考えて、それぞれの木材で、モーメントを考える。



うでの長さがすべて同じなので、モーメントの大きさはすべて同じである。

(2) 解説の続き)

\*別解 木の棒を下図のように2つに分けてモーメントを考えても、すべて同じ大きさのモーメントだと計算できる。力になる思考なので、ぜひ実践してほしい。

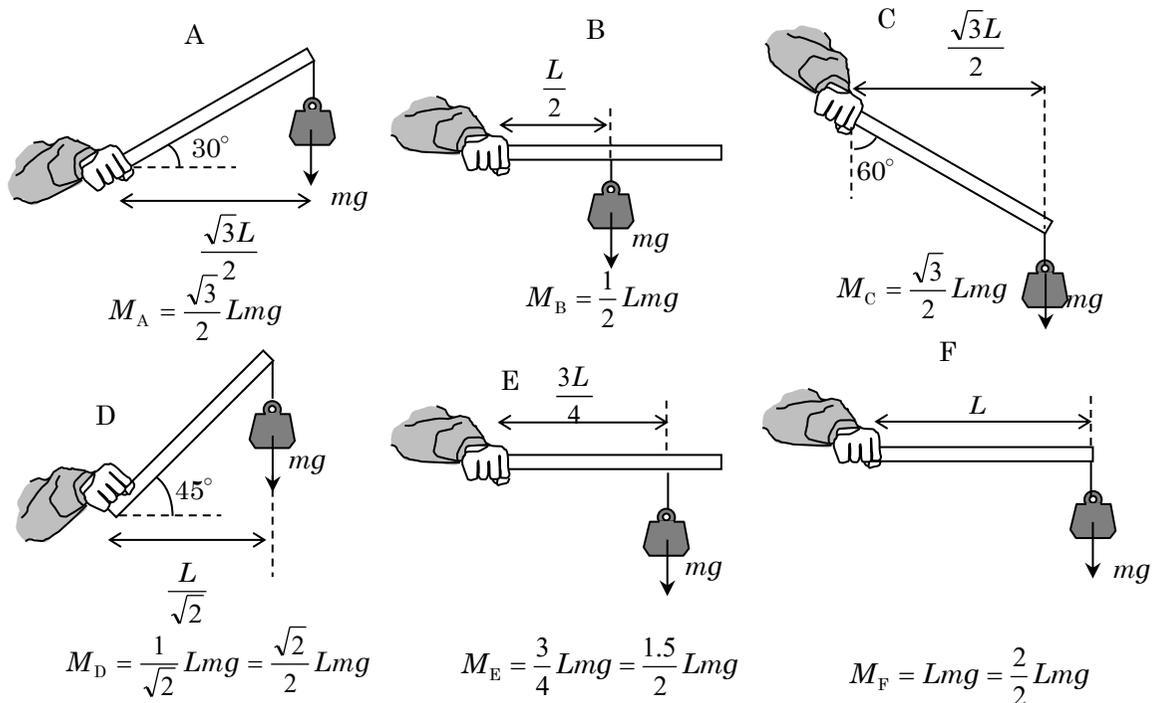


L字形の横の部分と、縦の部分に分ける

3 《テーマ》 うでの長さともーメント

解答  $F > A = C > E > D > B$

解説 うでの周りのモーメントを計算すると、以下のようになる。

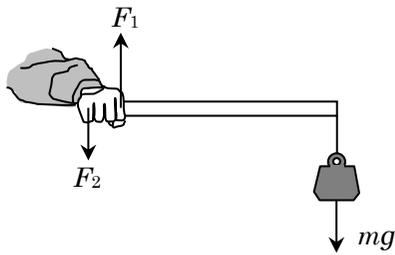


今回の解説では、大きさを比べやすくするために、分母を2でそろえてみた。

$\sqrt{2} = 1.41$ 、 $\sqrt{3} = 1.73$  ということ踏まえて大きさを比べると、

$F > A = C > E > D > B$  となる。

〔3〕解説つづき) \*なお、手が棒に加えている力は、1つではない。



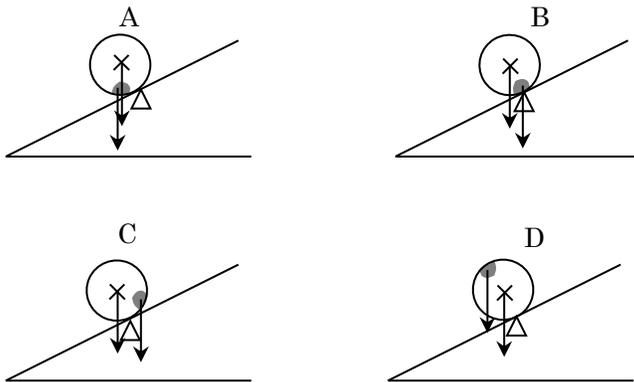
左図のように2か所以上で棒に力を加えないと、どこかを回転の中心に設定したとき、モーメントの和が0にならない。

実際に力が1つだけのときを書いてみて、考えてみよう。支えられないはずだ。

〔4〕<<テーマ>>物体の転倒条件

解答 C

解説 缶と斜面の接点(△で示す)の周りのモーメントが0なら静止するし、左回り(反時計)周りなら回ってしまう。缶と粘土の重力を書き込んでみると、



静止する可能性があるのは、粘土の重力が時計回り(右回り)のモーメントになっている Cのみである。

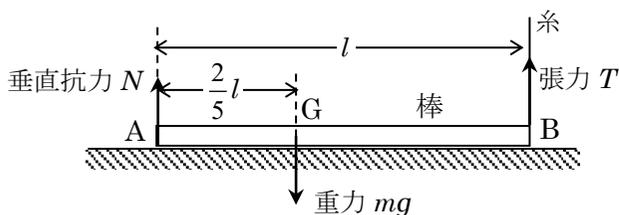
## § C: 実践問題

1 解答 問1  $\frac{2}{5}mgl$  問2  $\frac{2}{5}mg$  問3  $\frac{mg}{5}$  問4  $\frac{4}{7}m$

### 解説

問題後半に関しては、『重心』というものがテーマとなる。重心は、『そこで支えればモーメントの和が0になる点』と考えておこう。

まずは力を見出す



問1 点Aの周りの重力のモーメントは、

$$mg \times \frac{2}{5}l$$

問2 力の関係式を立式する。

力のつりあい

$$\text{鉛直方向 } N + T = mg$$

モーメントのつりあい

今回は点Aのまわりで考えてみる。

(点Aのまわりなら力Nを無視できるため)

$$mg \times \frac{2}{5}l = T \times l \quad \dots \textcircled{1}$$

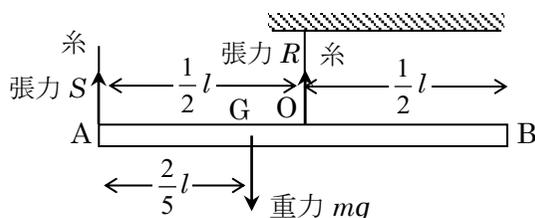
$$\textcircled{1} \text{式を解き、} T = \frac{2}{5}mg$$

今回、力のつりあいの式を使わなかったが、力学の問題で、力の大小関係を考察することは決して無駄ではない。たてられる関係式はいつ

問3 力を見出し、立式する。

A点につながれた糸の張力をS、

B点につながれた糸の張力をRと置く。



力のつりあい

$$S + R = mg$$

点Oの周りのモーメントのつりあい

$$S \times \frac{l}{2} = mg \times \left( \frac{l}{2} - \frac{2}{5}l \right) \quad \dots \textcircled{2}$$

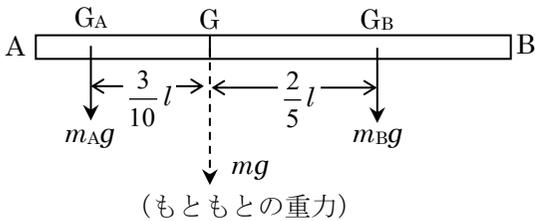
(問題で聞かれていない力Rを無視するため、点Oを中心にする。)

②式を解き、

$$S = \frac{mg}{5}$$

もたてよう。

問4 棒AGの質量を $m_A$ 、重心の位置を $G_A$ 、棒DBの質量を $m_B$ 、重心の位置を $G_B$ とする。2本の棒をくっつけると、元の重心に重力の作用点があると考える。



ここで、棒AGと棒GBを合わせると、元の重さになるはずなので、

$$mg = m_{AG} + m_{BG}$$

整理して

$$m = m_A + m_B \quad \cdots \textcircled{1}$$

棒AGと棒GBを合わせたときの重心は、元の棒の重心Gとなり、重心で支えればモーメントの和が0になるので、点Gの周りのモーメントのつりあいの式をたてると、

$$m_A g \times \frac{3}{10} l = m_B g \times \frac{2}{5} l$$

$$m_B = \frac{3}{4} m_A \quad \cdots \textcircled{2}$$

②を①に代入し、

$$m = m_A + \frac{3}{4} m_A$$

$m_A$ について解いて、

$$m_A = \frac{4}{7} m$$

\* 重心の位置は、重力の大きさの逆比に内分する点ともいえるので、

$$\frac{3}{10} l : \frac{2}{5} l = m_B g : m_A g$$

と立式でき、②式を導くこともできる。