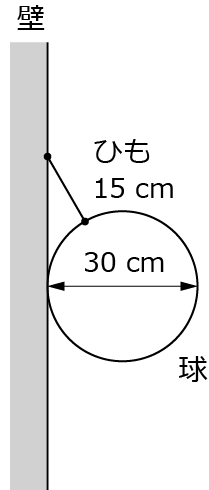


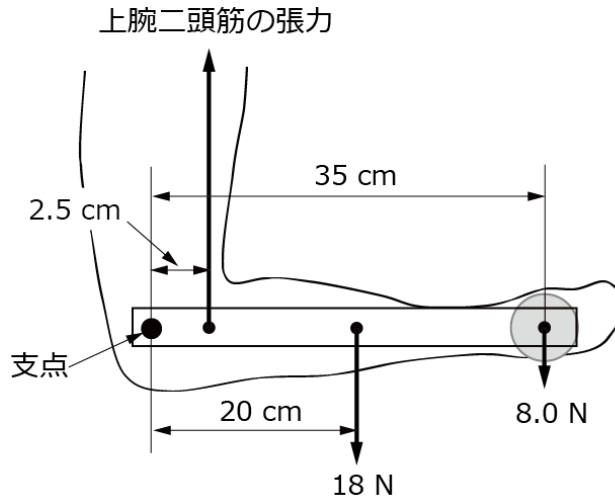
基礎総合 問 1~14 に答えなさい。

問 1 図のように、均質な材料でできた直径 30 cm の球体を、長さ 15 cm の質量が無視できる細いひもでつなぎ、なめらかな垂直な壁で支えた。このとき、球体が壁を押す力の大きさ N に対するひもの張力の大きさ T の比の値 $\frac{T}{N}$ はいくらか。最も適切なものを、下の①~④の中から 1 つ選びなさい。



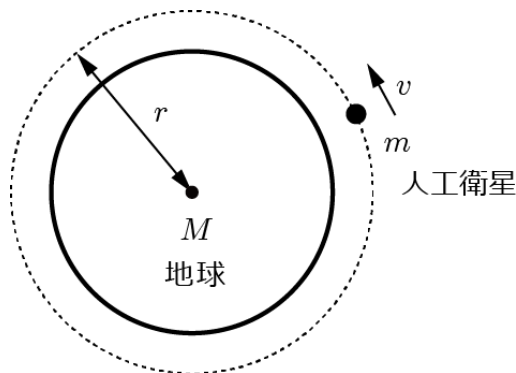
- ① 2
- ② $\sqrt{3}$
- ③ $\frac{1}{\sqrt{3}}$
- ④ $\frac{1}{2}$

問2 ^{ぜんわん}前腕を下図のような棒にモデル化して考える。支点となる肘関節から手に持っているおもり（重量8.0 N）までの距離を35 cm，前腕（重量18 N）の重心までの距離を20 cm，上腕二頭筋までの距離を2.5 cm とする。前腕を水平に保っておもりを支えるために必要な上腕二頭筋の張力の大きさはいくらか。最も適切なものを，下の①～⑥の中から1つ選びなさい。



- ① 26 N ② 30 N ③ 1.3×10^2 N
 ④ 1.5×10^2 N ⑤ 2.6×10^2 N ⑥ 3.0×10^2 N

問3 図のように，質量 m の人工衛星が地球の中心から半径 r の軌道上を速さ v の等速円運動をしている。人工衛星の万有引力による位置エネルギー U と運動エネルギー K の関係として，最も適切なものを，下の①～⑥の中から1つ選びなさい。ただし，無限遠での万有引力による位置エネルギーを0とする。



- ① $U = \frac{K}{2}$ ② $U = -\frac{K}{2}$ ③ $U = K$
 ④ $U = -K$ ⑤ $U = 2K$ ⑥ $U = -2K$

正解と解説

基礎総合

問 1

正解 ① 2

解説

壁との摩擦は無いので、球が壁を押す力 N は球が壁から受ける垂直抗力と作用反作用の関係にある。ひもの張力 T の作用線は必ず球の重心を通る。ひもの長さは球の半径に等しいため、ひもと壁のなす角は 30 度であることが図から直ちに判る。したがって、球の質量を m 、重力加速度を g として、つり合いの関係式は以下の通り。

$$T \cos 30^\circ - mg = 0, \quad -T \sin 30^\circ + N = 0$$

これより、

$$T = \frac{2}{\sqrt{3}} mg, \quad N = \frac{1}{\sqrt{3}} mg$$

が求まる。したがって $\frac{T}{N} = 2$ となる。

問 2

正解 ⑤ 2.6×10^2 N

解説

図に描かれている力以外に、棒が受ける力としては支点から力（向きや大きさがわからない）が存在する。上腕二頭筋による支える力の大きさを F とし、支点まわりの力のモーメントのつり合いを考える。反時計回りを正として、

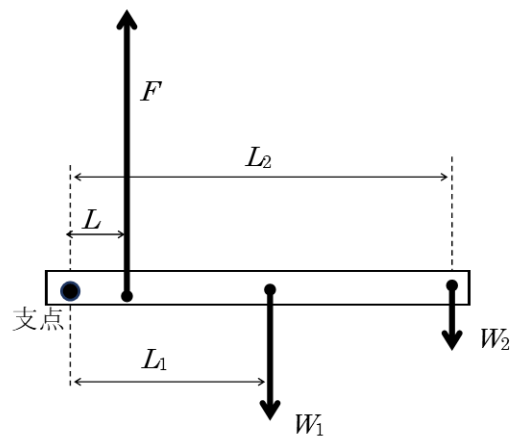
$$FL - W_1 L_1 - W_2 L_2 = 0$$

が成立する。

これより、

$$\begin{aligned} F &= \frac{W_1 L_1 + W_2 L_2}{L} \\ &= \frac{18 \times 20 \times 10^{-2} + 8.0 \times 35 \times 10^{-2}}{2.5 \times 10^{-2}} \\ &= 2.6 \times 10^2 \text{ N} \end{aligned}$$

と算出される。



問3

正解 ⑥ $U = -2K$

解説

万有引力が円運動の向心力となるので人工衛星の速さを v として,

$$m \frac{v^2}{r} = G \frac{mM}{r^2} \quad , \quad \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} G \frac{mM}{r}$$

また, 万有引力の位置エネルギーは,

$$U = -G \frac{mM}{r}$$

なので,

$$K = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} U$$

である。したがって, $U = -2K$ となる。