

科学オリンピックへの道オープン 問題B 解答用紙①

チャレンジ番号 氏名 _____

第1問 解答用紙 1/2

問1 船の速さに川の流れの速さが加わるので 4

$4.0\text{m/s} + 3.0\text{m/s} = 7.0\text{m/s}$

(答) 7.0m/s

問2 船の速さに川の流れの速さが反対向きに加わるので 4

$4.0\text{m/s} - 3.0\text{m/s} = 1.0\text{m/s}$

(答) 1.0m/s

問3 4

問4 $v = \sqrt{(4.0\text{m/s})^2 + (3.0\text{m/s})^2} = 5.0\text{m/s}$ 4

(答) 5.0m/s

問5 4

光は観測者 A から見て一定の速さ c で L 進むので

$t_1 = \frac{L}{c} \quad \dots \textcircled{1}$

第1問 解答用紙 2 / 2

<p>問6</p> <p>光は観測者 B から見て一定の速さ c で L' 進むので</p> $t_2 = L' / c \quad \dots \textcircled{2}$	4
<p>問7</p> <p>三平方の定理から</p> $L' = \sqrt{L^2 + (v \cdot t_2)^2} \quad \dots \textcircled{3}$	4
<p>問8</p> <p>②③から L' を消去して</p> $c \cdot t_2 = \sqrt{L^2 + (v \cdot t_2)^2}$ <p>t_2 について解いて</p> $t_2 = \pm \frac{L}{\sqrt{c^2 - v^2}}$ <p>$t_2 > 0$ なので $t_2 = \frac{L}{\sqrt{c^2 - v^2}} \quad \dots \textcircled{4}$</p>	4
<p>問9</p> <p>① ④より $\frac{t_1}{t_2} = \frac{\frac{L}{c}}{\frac{L}{\sqrt{c^2 - v^2}}} = \frac{\sqrt{c^2 - v^2}}{c} = \sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}$</p> <p style="text-align: right;">(答) $\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}$</p>	4
<p>問10</p> <p>静止している人（観測者 B）にくらべて運動している人（観測者 A）の時間の進み方が遅くなることを示している。</p>	4

第2問 解答用紙 1/2

問1 おもりの個数を x 個とすると

4

$$wl = wx \frac{l}{2}$$

(答) 2個

問2

6

B 点に上向きに力を加えて持ち上げるとき、A 点を回転の中心として、重力と B 端で上向きに加えた力 F_1 のモーメントの大きさが同じになるので、

$$W \times \frac{L}{2} = F_1 \times L \quad \therefore F_1 = \frac{W}{2}$$

$$F_1 = \frac{W}{2}$$

(答) _____

問3

6

B 点に下向きに力を加えて A 点を持ち上げるとき、机の右端を回転の中心として、重力と B 端で下向きに加えた力 F_2 のモーメントの大きさが同じになるので、

$$W \times \frac{L}{4} = F_2 \times \frac{L}{4} \quad \therefore F_2 = W$$

$$F_2 = W$$

(答) _____

第2問 解答用紙 2/2

問4

6

積み重ねた2本の棒全体の重心の位置（図中G'点）が、机の右端と一致するときの距離がdである。

上側の棒は $\frac{L}{2}$ の位置まで出すことができる。

2本の棒全体の重心のある、机の右端のまわりの力のモーメントのつりあいより机から出ている部分の長さをxとすると、

$$W \times \left(\frac{L}{2} - x\right) = W \times x \quad \therefore x = \frac{L}{4}$$

$$\text{よって、} d = \frac{L}{2} + \frac{L}{4} = \frac{3}{4}L$$

$$d = \frac{3}{4}L$$

(答) _____

問5

8

棒を3本にして同様に考えてみる。

上の2本の棒の重力の和は、 $W + W = 2W$ となる。

よって、下の棒には、自身の重力と、上に乗っている2本の棒の重力の合力 $2W$ がはたらいっている。これらの力によるモーメントの大きさが机の右端を回転の中心として等しくなっている。最も下の棒の右端が机から出ている部分の長さをx'とすると、

$$W \times \left(\frac{L}{2} - x'\right) = 2W \times x' \quad \therefore x' = \frac{L}{6}$$

よって、机の右端から上の棒のB端までの長さは、 $\frac{L}{2} + \frac{L}{4} + \frac{L}{6} = \frac{11}{12}L$ となる。

以上の解答から、本数と1番上に乗っている棒のB端の机の右端からの長さは、1本棒が増

えるごとに $\frac{L}{2n}$ ($n=1,2,3,\dots$) ずつ増えていることがわかる。よって $\sum_{n=1}^n \frac{L}{2n} \geq L$ となる

最少のnを求めると、 $n=4$ となる。

(答) 4本

第3問 解答用紙

<p>問1 ①</p>	4
<p>問2</p> $F = 6.67 \times 10^{-11} \times 50 \times 50 = 1.66 \times 10^{-7}$ $\approx 1.7 \times 10^{-7} \text{N}$ <p style="text-align: right;">(答) $1.7 \times 10^{-7} \text{N}$</p>	6
<p>問3</p> $\frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{GM}$	6
<p>問4</p> $\frac{T^2}{r^3} = \text{一定より}$ $\frac{T^2}{(4r)^3} = \frac{1}{r^3} \quad T^2 = 64$ $T = 8$ <p style="text-align: right;">(答) 8年</p>	7
<p>問5</p> $\frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{GM} \text{より} \quad M = \frac{4\pi^2 r^3}{GT^2}$ $M' = \frac{4\pi^2 r'^3}{GT'^2} \quad r' = 0.2r \quad T' = 0.2T \quad \text{を代入すると}$ $M' = 0.2M \quad \text{(答) } 1/5 \text{倍}$	7