

# 物理基礎・物理

(全問必答)

第1問 次の各問い(問1～5)に答えよ。

[解答番号  ～  ] (配点 25)

問1 図1のように、荒い水平面(動摩擦係数 $\mu$ )に静止した物体を、水平方向の力 $F$ で斜面の手前まで距離 $d$ だけ押し続けた。押すのを止めてから物体は傾き $45^\circ$ の荒い斜面(動摩擦係数 $\mu$ )を滑り上がり高さ $h$ の所で静止した。ここで、押す力 $F$ の大きさが物体にかかる重力と同じ大きさであった場合、高さ $h$ はいくらになるか。最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。

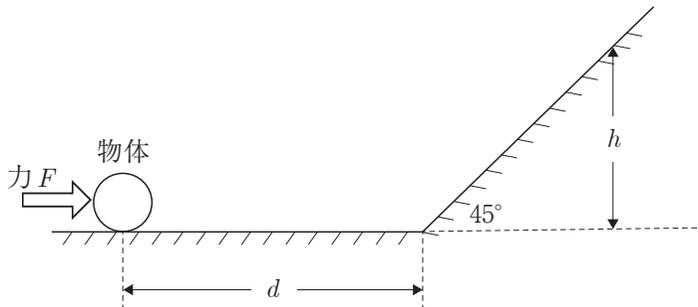


図 1

- ①  $\frac{\mu}{1+\mu}d$       ②  $\frac{1-\mu}{1+\mu}d$       ③  $\frac{\mu}{1-\mu}d$       ④  $\frac{1+\mu}{1-\mu}d$

問2 電荷を帯びていない二つの物体AとBを互いに擦り合わせたところ、物体間で電子の移動が起こり、物体Aは正に、物体Bは負に帯電した。その後、空気中で物体Aと物体Bを互いに3.0m離れたところ、10Nの力で互いに引き合った。この二つの物体の間を移動した電子は何molだったか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。ただし、クーロンの法則に現れる比例定数は $k=9.0 \times 10^9 \text{Nm}^2/\text{C}^2$ 、アボガドロ定数は $6.0 \times 10^{23}$ 、電気素量は $1.6 \times 10^{-19} \text{C}$ であるとする。  mol

- ①  $1.0 \times 10^{-13}$       ②  $1.0 \times 10^{-9}$       ③  $1.0 \times 10^{-8}$       ④  $1.0 \times 10^{-4}$

問3 次の文章中の  ～  に入る語の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑧のうちから一つ選べ。

コンデンサーは絶縁体を2枚の金属板ではさんだものであり、絶縁が破れない範囲で電圧を2枚の金属板間にかけることで電気を蓄えることができる。より多くの電気を蓄えられるコンデンサーを作るには、2枚の金属板の間隔を  し、2枚の金属板の面積を  し、間にはさむ絶縁体の誘電率を  すればよい。

	ア	イ	ウ
①	大きく	大きく	大きく
②	大きく	大きく	小さく
③	大きく	小さく	大きく
④	大きく	小さく	小さく
⑤	小さく	大きく	大きく
⑥	小さく	大きく	小さく
⑦	小さく	小さく	大きく
⑧	小さく	小さく	小さく

問4 次の文章中の **ア** と **イ** に入る語の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 **4**

滑らかに可動する軽い蓋で密閉されたシリンダー内の気体が、大気圧  $P$ 、室温の下で平衡状態にある。これを図2のように大気圧の下で質量  $m$  の水(比熱  $c$ ) につけ平衡状態になるまで十分な時間をおくと、水の温度は上がり、気体の体積は **ア** する。気体の体積の変化量(絶対値)が  $\Delta V$  であるとき、水温の変化量は **イ** となる。ただし、シリンダーの比熱は無視でき熱の移動は気体と水の間のみ起こると仮定し、気体は単原子分子の理想気体とみなす。

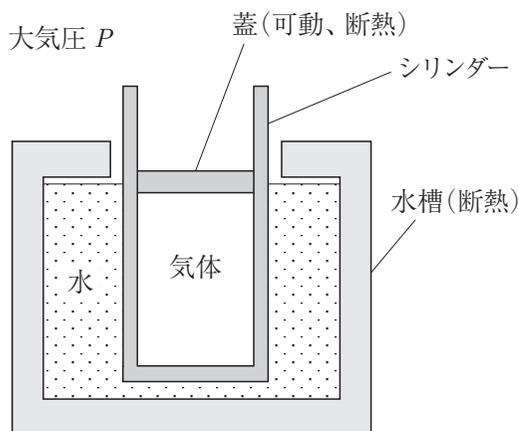


図 2

	ア	イ
①	増 加	$\frac{P\Delta V}{mc}$
②	増 加	$\frac{3P\Delta V}{2mc}$
③	増 加	$\frac{5P\Delta V}{2mc}$
④	減 少	$\frac{P\Delta V}{mc}$
⑤	減 少	$\frac{3P\Delta V}{2mc}$
⑥	減 少	$\frac{5P\Delta V}{2mc}$

問5 一定の速度で一直線上を動いている音源(振動数は一定であるとする)が発する音を、音源が動く経路上の一点で静止している人が観測している。音源が観測地点を通過した瞬間、観測された振動数が $f_1'$ から $f_2'$ へ変化した。音源の振動数 $f$ はいくらか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。ただし、風は吹いていないものとする。 $f = \boxed{5}$

- ①  $\frac{f_1' f_2'}{f_1' + f_2'}$       ②  $\frac{f_1' f_2'}{f_1' - f_2'}$       ③  $\frac{2f_1' f_2'}{f_1' + f_2'}$       ④  $\frac{2f_1' f_2'}{f_1' - f_2'}$

**第2問** 次の文章を読み、各問い(問1～5)に答えよ。

[解答番号  ～  ] (配点 25)

地球を表面が滑らかな半径  $R$  の球で、その質量  $M$  が中心に集まっているとしてよいと仮定する。地球表面に静置された質量  $m$  の物体にはさまざまな力がはたらく。この中で、重力と遠心力、万有引力について考える。ただし、重力加速度を  $g$ 、万有引力定数を  $G$  とし、地球の自転の角速度を  $\omega$ 、円周率を  $\pi = 3.14$  とする。

**問1** 次の記述①～⑤のうちから、誤りのあるものを一つ選べ。

- ① 赤道上では、重力は地球の中心に向かう方向となる。
- ② 極点では、重力は地球の中心に向かう方向となる。
- ③ 質量  $1\text{ kg}$  の物体にかかる重力の大きさは、地球上、何処でも同じである。
- ④ 万有引力定数  $G$  の大きさは、宇宙のどこでも同じである。
- ⑤ 静止衛星の角速度は、地球の自転の角速度と同じである。

**問2** 地球が太陽の周りを周る軌道を円軌道とし、その半径を  $14,960$  万  $\text{km}$  とすると地球の公転速度 ( $\text{km/h}$ ) はいくらか。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし、1年は365日とする。   $\text{km/h}$

- ①  $10,725$
- ②  $25,440$
- ③  $107,250$
- ④  $254,400$
- ⑤  $1,072,500$

**問3** 地球の自転の周期を24時間とすると  $\omega$  [ $\text{rad/s}$ ] はいくらか。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。  $\omega =$    $\text{rad/s}$

- ①  $3.64 \times 10^{-5}$
- ②  $7.27 \times 10^{-5}$
- ③  $2.18 \times 10^{-3}$
- ④  $4.36 \times 10^{-3}$
- ⑤  $2.62 \times 10^{-1}$

問4  $R$ を $6.38 \times 10^3 \text{ km}$ とすると地球の体積( $\text{m}^3$ )はいくらか。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 4  $\text{m}^3$

- ①  $6.13 \times 10^{11}$                       ②  $1.09 \times 10^{12}$                       ③  $5.11 \times 10^{14}$   
④  $6.13 \times 10^{20}$                       ⑤  $1.09 \times 10^{21}$

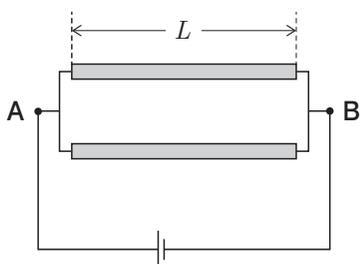
問5  $R$ を $6.38 \times 10^3 \text{ km}$ とする。地球上のどの地点でも、重力加速度  $g$  の大きさが等しいと仮定して、その大きさを $9.80 \text{ m/s}^2$ 、 $G$ を $6.67 \times 10^{-11} \text{ m} / (\text{kg} \cdot \text{s}^2)$ とすると地球の質量( $\text{kg}$ )はいくらか。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし、この値は、実際の地球の質量とほぼ同じである。 5  $\text{kg}$

- ①  $6.23 \times 10^{16}$                       ②  $5.98 \times 10^{18}$                       ③  $6.23 \times 10^{23}$   
④  $5.98 \times 10^{24}$                       ⑤  $6.23 \times 10^{25}$

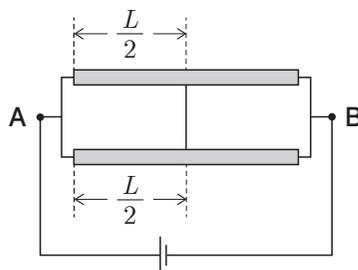
**第3問** 次の文章を読み、各問い(問1～5)に答えよ。

[ 解答番号  ～  ] (配点 25)

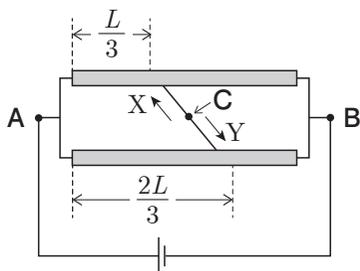
次の回路図1～3のように、電池と、長さ $L$ で電気抵抗 $R$ の細くて一様な棒を2本用いて回路を作る。ただし、この2本の棒以外の電気抵抗は全て無視し、電池の起電力 $V$ は一定であるとする。



回路図 1



回路図 2



回路図 3

**問1** 回路図1の点AB間の合成抵抗はいくらか。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

①  $\frac{R}{4}$

②  $\frac{R}{2}$

③  $R$

④  $2R$

⑤  $4R$

問2 棒の端から距離にして  $\frac{L}{2}$  の点同士を導線をつないだ(回路図2)。回路図2の点AB間の合成抵抗はいくらか。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ①  $\frac{R}{4}$       ②  $\frac{R}{2}$       ③  $R$       ④  $2R$       ⑤  $4R$

問3 棒の端から距離にして  $\frac{L}{3}$  の点と  $\frac{2L}{3}$  の点を回路図3のように導線をつないだ。回路図3の点Cを流れる電流の向きはどうなるか。最も適当なものを、次の①～③のうちから一つ選べ。

- ① 回路図3の矢印Xの向きに流れる  
 ② 回路図3の矢印Yの向きに流れる  
 ③ 流れない

問4 回路図3の点AB間の合成抵抗はいくらか。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ①  $\frac{R}{9}$       ②  $\frac{4R}{9}$       ③  $\frac{R}{2}$       ④  $2R$       ⑤  $9R$

問5 回路図3で点Aを流れる電流はいくらか。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ①  $\frac{V}{9R}$       ②  $\frac{V}{2R}$       ③  $\frac{2V}{R}$       ④  $\frac{9V}{4R}$       ⑤  $\frac{9V}{R}$

**第4問** 次の文章を読み、各問い(問1～5)に答えよ。

[解答番号  ～  ] (配点 25)

一定の振動数で鉛直方向に振動する振動子により、水平面に均一に存在する媒質を振動させると波が同心円状に広がっていく(図1)。

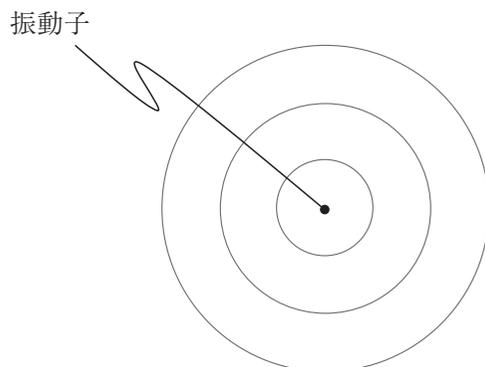


図 1

問1 図2のように振動子を $\frac{5}{4}$ 周期だけ振動させたときの波の広がりとして、振動子からの距離(横軸)と媒質の変位(縦軸)の関係を示すグラフはどうか。最も適当なものを、下の①~④のうちから一つ選べ。 1

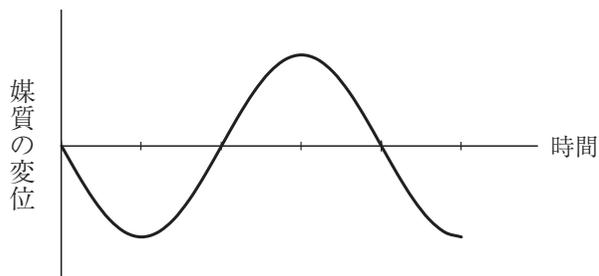
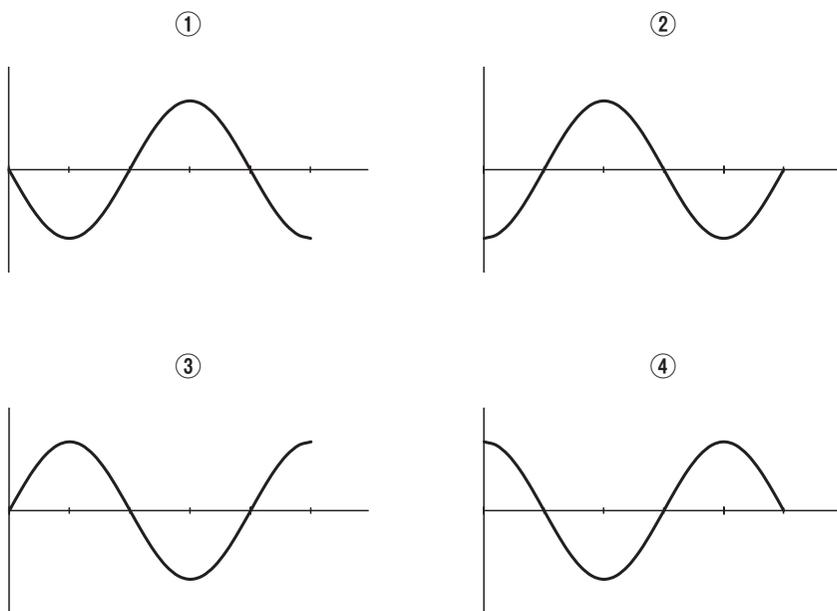


図 2



問2 図3のように二つの振動子を  $d$  だけ離して同位相で振動させ、振動子から十分遠方で波の干渉を観測する。図3に示す  $\theta$  の方向(二つの振動子を結ぶ直線と角度  $\theta$  をなす方向)で観測するとき、二つの振動子から波が進む経路の差はどうか。最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。ただし、二つの振動子から観測点までの経路は互いに平行とみなせる程度に遠方に観測点があるとする。 2

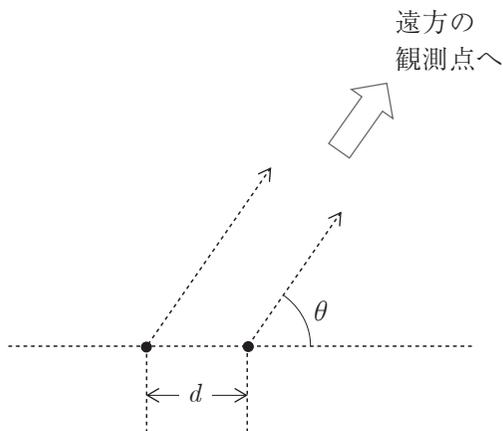


図 3

- ①  $d \cos \theta$       ②  $d \sin \theta$       ③  $\frac{d}{\cos \theta}$       ④  $\frac{d}{\sin \theta}$

問3 問2において、振動子間の距離  $d$  がちょうど波の波長に等しいとき、観測点の方向  $\theta$  ( $0^\circ \leq \theta \leq 90^\circ$ ) として波の弱め合う干渉が起こるのはどの方向か。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 3<sup>°</sup>

- ① 0      ② 30      ③ 45      ④ 60      ⑤ 90

問4 問2において、振動子間の距離  $d$  が波の波長の4倍に等しいとき、観測点の方向  $\theta$  ( $0^\circ \leq \theta \leq 90^\circ$ ) として波の弱め合う干渉が起こる方向はいくつあるか。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 4

- ① 1      ② 2      ③ 4      ④ 8      ⑤ 16

問5 問4において、振動子間の距離  $d$  は問4のときのまま変えずに、二つの振動子の振動数だけをともに2倍にすると、観測点の方向  $\theta$  ( $0^\circ \leq \theta \leq 90^\circ$ ) として波の弱め合う干渉が起こる方向はいくつになるか。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 5

- ① 1                      ② 2                      ③ 4                      ④ 8                      ⑤ 16