

基礎総合

問1～問12に答えなさい。

問 1

図1のような透明なパイプの両端にゴム膜を張ったものを、図2のように水の中に沈めて、ゴム膜の変形を調べる実験を行った。パイプの中はチューブによって外とつながっている。図2にみられるように、Aの位置ではパイプのゴム膜がへこんだ。Bの位置でのゴム膜のようすはどうなるか。下の①～⑥の中から1つ選びなさい。

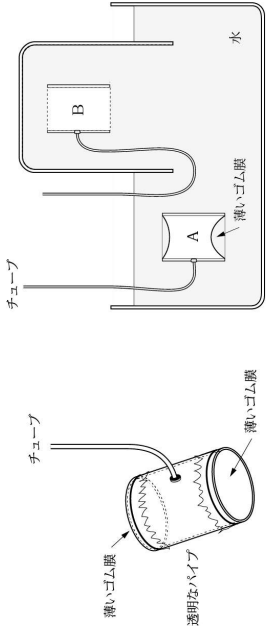
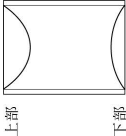


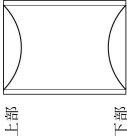
図 1

図 2

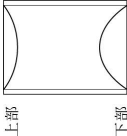
①



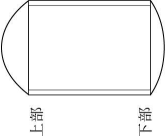
②



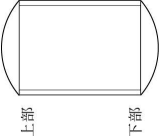
③



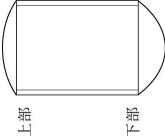
④



⑤

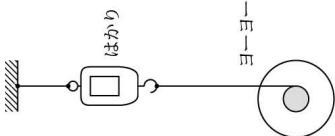


⑥



問 2

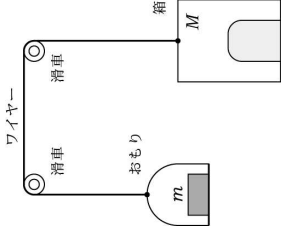
図のように天井に固定されたはかりにヨーヨーを吊るしたところ、表示は W であった。ヨーヨーの軸に糸を巻いて静かに落下させる。ヨーヨーは下端に達した後、糸を軸に巻きながら上昇に転じた。ヨーヨーが下降している最中のはかりの表示を W_0 、上昇している最中の表示を W_1 とする。 W 、 W_0 、 W_1 の大小関係はどうなるか。最も適切なものを、下の①～⑥の中から1つ選びなさい。ただし、糸の質量は無視でき、伸縮やたるみはないものとする。



- ① $W < W_D < W_U$
- ② $W_D < W < W_U$
- ③ $W_D < W_U < W$
- ④ $W_D = W_U < W$
- ⑤ $W_D = W_U = W$
- ⑥ $W < W_D = W_U$

問 3

図に示す装置を用いて箱の中の見かけの重力加速度の大きさを地上の $\frac{1}{3}$ にしたい。右の箱の質量を M 、左のおもりの質量 m としたとき、これらの質量比 $\frac{m}{M}$ をいくらにすればよいか。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、滑車やワイヤーの質量、摩擦、ワイヤーの伸縮、ワイヤーの伸縮、摩擦、ワイヤーの伸縮、ワイヤーの伸縮は無視できるものとする。



- ① $\frac{1}{2}$
- ② $\frac{1}{3}$
- ③ $\frac{1}{4}$
- ④ $\frac{1}{5}$
- ⑤ $\frac{1}{6}$
- ⑥ $\frac{1}{7}$

問 4

図1のような三角柱ブロックを用いて2種類の斜面 A、B を用意してはかりの上にのせた。斜面 A の傾斜角は 60° 、斜面 B の傾斜角は 30° で、どちらの斜面も滑らかである。図2のようにこれらの斜面上を同じ物体が滑り下るとき、斜面 A を滑り下りる最中のはかりの値 A と斜面 B を滑り下りる最中のはかりの値 B の説明として最も適切なものを、下の ①～⑤の中から1つ選びなさい。

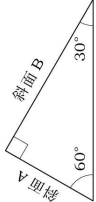


図 1

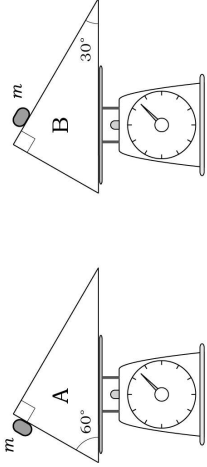


図 2

- ① どちらも台の重さと物体の重さを足した値より小さな値になるが、A より B の方が小さな値になる。
- ② どちらも台の重さと物体の重さを足した値より小さな値になるが、A より B の方が大きな値になる。
- ③ どちらも台の重さと物体の重さを足した値より大きな値になるが、A より B の方が小さな値になる。
- ④ どちらも台の重さと物体の重さを足した値より大きな値になるが、A より B の方が大きな値になる。
- ⑤ どちらも台の重さと物体の重さを足した値になる。

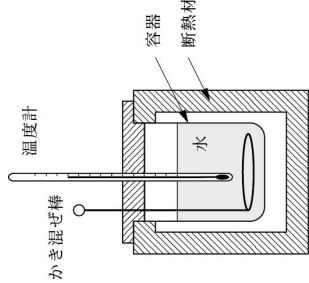
問 5

-15°C の水 300 g に 800 W で熱を与え続けた。熱を与え始めてから、この水がすべて 0°C の水になるまでにかかる時間は何秒か。最も適切なものを、下の ①～⑤の中から1つ選びなさい。ただし、与えた熱はすべてが氷や水に吸収されるものとし、氷の融解熱を $3.3 \times 10^2\text{ J/g}$ 、氷の比熱を $2.1\text{ J/(g}\cdot\text{K)}$ とする。

- ① 1.2×10^{-2} 秒
- ② 12 秒
- ③ 1.2×10^2 秒
- ④ 1.4×10^2 秒
- ⑤ 2.4×10^2 秒

問6

図のような水熱量計を用いて、ある金属 A の比熱を求める実験を行った。かき混ぜ棒と容器および温度計からなる熱量計に適当な量の水を入れ、十分に時間が経過した後の温度は t_0 であった。A を温水で温めて、 t_0 より十分高い温度 t にした後、熱量計に入れ、かき混ぜ棒で内部の水をゆっくりかき混ぜたところ温度は t_1 になった。



次の3つ（Ⅰ～Ⅲ）の測定で得られた金属 A の比熱の値は、文献値（教科書、理科年表など）の比熱と比べ、大きな値となるか（大）、あるいは小さな値となるか（小）、それぞれ答えなさい。

- Ⅰ． かき混ぜ棒で勢いよくかき混ぜてしまったため、温度が t_1 になる前に水を少しこぼしてしまっただが、そのまま測定した。
- Ⅱ． A を水熱量計に入れるために温水から取り出す際に、A の表面に温水が付着していたので、タオルで表面を拭いて（A の温度は少し下がった）水熱量計に入れて、測定した。
- Ⅲ． A を水熱量計に入れるために温水から取り出す際に、A の表面に温水が付着していたが、A の温度が冷めないように、そのまま水熱量計に入れて測定した。

最も適切なものを、次の①～⑧の中から1つ選びなさい。

- | | Ⅰ | Ⅱ | Ⅲ |
|---|---|---|---|
| ① | 大 | 大 | 大 |
| ② | 大 | 大 | 小 |
| ③ | 大 | 小 | 大 |

- | | | | |
|---|---|---|---|
| ④ | 大 | 小 | 小 |
| ⑤ | 小 | 大 | 大 |
| ⑥ | 小 | 大 | 小 |
| ⑦ | 小 | 小 | 大 |
| ⑧ | 小 | 小 | 小 |

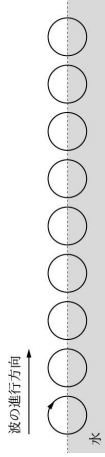
問7

体積 V_0 の容器に圧力 p_0 の単原子分子理想気体を閉じ込めた。気体の体積を一定に保ったまま、圧力を2倍に変化させたとき、気体が吸収した熱量はいくらか。最も適切なものを、次の①～⑤の中から1つ選びなさい。

- ① $\frac{1}{2} p_0 V_0$
- ② $p_0 V_0$
- ③ $\frac{3}{2} p_0 V_0$
- ④ $2 p_0 V_0$
- ⑤ $\frac{5}{2} p_0 V_0$

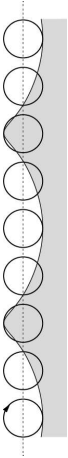
問8

一見すると、水面を伝わる波は横波のようである。しかしながら、水の深さが波長に比べて大きい場合、表面付近の水は位相のずれた同じ向きの回転運動をしている。表面付近の波のようすを、9つの小さな水の塊の運動から考える。図の円はそれらの塊の運動する軌跡を表しており、左端の円周上の矢印は円運動の向きを表している。9つの水の水の塊はすべて同じ向きに円運動している。

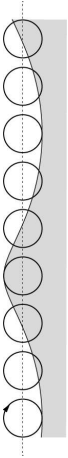


円運動の周期を T とする。波は図の右方向に進行しており、隣の小さな水の塊は $\frac{T}{8}$ だけ位相のずれた円運動をする。水面のようすとして最も適切なものを、次の①～⑤の中から1つ選びなさい。これらの図に描かれている実線は、ある瞬間の水の塊の位置を結んだ線で、表面の波の形を表している。

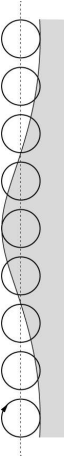
①



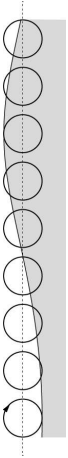
②



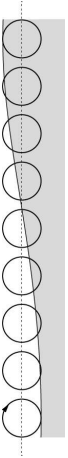
③



④

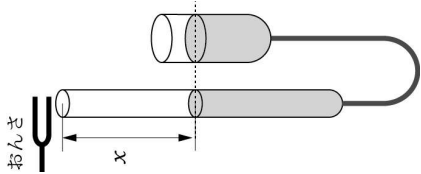


⑤



問9

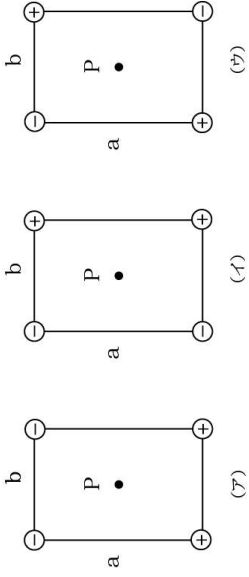
鉛直に立てたガラス管に水を入れてその水位を調節できるようにした装置がある。管口の上部に振動数 f_0 のおんさを固定した。このおんさから音を出しながら管内の水の水位を変えて、音が大きく聞こえる位置を記録した。はじめ管口まで水を満たしておき、徐々に水位を下げていき、最初に音が大きく聞こえる位置を x_1 とする。さらに水位を下げていき、2 番目に音が大きく聞こえる位置を x_2 とする。 x_1 と x_2 間の距離 L から管内の空気の音速を計算した。次に、管内を二酸化炭素で満たして同様の実験をした。この場合の x_1 と x_2 に対応する位置間の距離を R とする。 L と R について記述した説明として最も適切なものを、下の ①～⑦の中から 1 つ選びなさい。



- ① 二酸化炭素中の音速が小さくなるので、 L より R が大きくなる。
- ② 二酸化炭素中の音速が小さくなるので、 L より R が小さくなる。
- ③ 二酸化炭素中の音速が小さくなるが、 L と R は等しい。
- ④ 二酸化炭素中の音速が大きくなるので、 L より R が大きくなる。
- ⑤ 二酸化炭素中の音速が大きくなるので、 L より R が小さくなる。
- ⑥ 二酸化炭素中の音速が大きくなるが、 L と R は等しい。
- ⑦ 二酸化炭素も空気も理想気体とみなせるので、音速は同じになり、 L と R は等しい。

問10

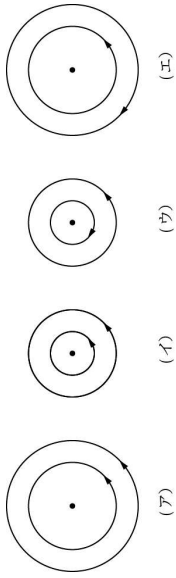
電気量の大きさが等しい 2 つの正と 2 つの負の 4 つの点電荷がある。これら 4 つの点電荷を図のように、長方形 ($a > b$) の頂点に、(ア)、(イ)、(ウ) の 3 通りの方法で配置した。長方形の中心点 P における電場の大きさを大きい順に並べるとどうなるか。最も適切なものを、下の ①～⑥の中から 1 つ選びなさい。



- ① (ア) > (イ) > (ウ)
- ② (ア) > (ウ) > (イ)
- ③ (イ) > (ウ) > (ア)
- ④ (イ) > (ア) > (ウ)
- ⑤ (ウ) > (ア) > (イ)
- ⑥ (ウ) > (イ) > (ア)

問11

同じ平面上で、半径 2.0 cm、4.0 cm、6.0 cm の大きさの 1 回巻きコイルを、図のように 2 つ同心に配置した。次に、矢印の向きに同じ大きさの電流を流した。それぞれのコイルの中心の磁場の大きさを、大きい順に並べるとどうなるか。最も適切なものを、下の ①～⑥の中から 1 つ選びなさい。



- ① (ア) > (イ) > (ウ) > (エ)
- ② (ア) > (イ) > (エ) > (ウ)
- ③ (イ) > (ア) > (ウ) > (エ)
- ④ (イ) > (ア) > (エ) > (ウ)
- ⑤ (ア) = (イ) > (ウ) = (エ)
- ⑥ その他の順序

問 12

真空中で1個の電子を1Vの電位差で加速するとき、電子の得るエネルギーを1eVという。電子ならびに α 粒子(^4He の原子核)を1.0kVで加速するとき、それぞれが得るエネルギーは何eVか。最も適切なものを、次の①～⑥の中から1つ選びなさい。ただし、電子の電荷は $-1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ とする。

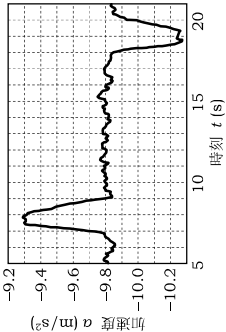
- ① 電子 $1.6 \times 10^{-16} \text{ eV}$ 、 α 粒子 $1.6 \times 10^{-19} \text{ eV}$
- ② 電子 $1.6 \times 10^{-16} \text{ eV}$ 、 α 粒子 $3.2 \times 10^{-16} \text{ eV}$
- ③ 電子 $1.6 \times 10^{-16} \text{ eV}$ 、 α 粒子 $6.4 \times 10^{-19} \text{ eV}$
- ④ 電子 1000 eV、 α 粒子 1000 eV
- ⑤ 電子 1000 eV、 α 粒子 2000 eV
- ⑥ 電子 1000 eV、 α 粒子 4000 eV

力学

問1 3 ～問 1 5 に答えなさい。

問 1 3

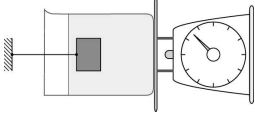
スマートフォンを使ってエレベーターの中で加速度を測定した。エレベーターは、はじめ加速し、ほぼ一定の速さで運動した後、減速して止まった。スマートフォンの加速度を記録し、5 データごとに平均したところ、次のグラフが得られた。エレベーターの移動の大きさと向きとして最も適切なものを、下の ①～⑥の中から 1 つ選びなさい。



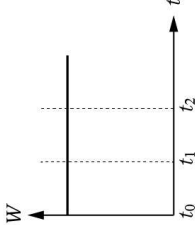
- ① 約 16 m 下に移動した。
- ② 約 16 m 上に移動した。
- ③ 約 8 m 下に移動した。
- ④ 約 8 m 上に移動した。
- ⑤ 約 5 m 下に移動した。
- ⑥ 約 5 m 上に移動した。

問 1 4

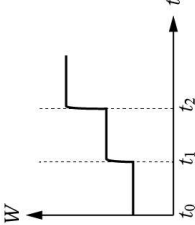
図のように液体を入れた水槽の中に金属の物体を糸で吊るし、水槽を秤に載せ、秤で重さを計測する。物体を糸で吊るした状態を時刻 t_0 とし、時刻 t_1 で糸を切った。物体は液体中で落下を始め、すぐに一定の速さとなり、時刻 t_2 で水槽の底に静かに達して静止した。時刻を横軸に、秤の示す重さ W を縦軸に取ったグラフはどうなるか。最も適切なものを、下の ①～⑤の中から 1 つ選びなさい。



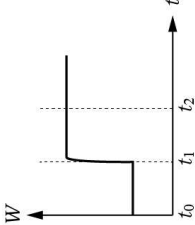
①



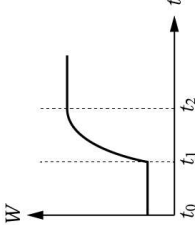
②

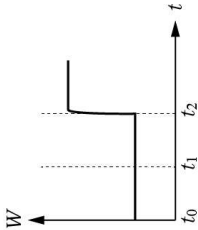


③



④





理想気体とは異なり、実在の気体では気体分子間に弱いながら引力がはたらいている。理想気体と実在の気体の説明(ア)、(イ)、(ウ)のそれぞれの正誤はどうか。最も適切なものを、次の ①～⑧の中から 1 つ選びなさい。

(ア) 同じ数密度、同じ温度の理想気体と比較すると、弱い引力がはたらくため実在の気体の方が圧力は低い。

(イ) 理想気体と同様に実在の気体も、真空中に膨張させるとき温度は変化しない。

(ウ) 同じ圧力で比較すると、実在の気体では温度が高くなるほど理想気体とのずれが大きくなる。

① (ア) のみ正しい

② (イ) のみ正しい

③ (ウ) のみ正しい

④ (イ) と (ウ) のみ正しい

⑤ (ウ) と (ア) のみ正しい

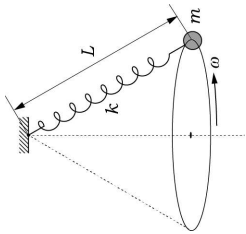
⑥ (ア) と (イ) のみ正しい

⑦ すべて正しい

⑧ すべて間違っている

問 1 5

自然長 L_0 、ばね定数 k の軽い弦巻ばねの下端に質量 m の小物体を付け、上端を天井の一点に自由に回転できるように固定し、図に示すような円錐振り子を作った。一定の角速度 ω で回転中にばねの伸びは一定であったとき、ばねの長さ L はどのように表されるか。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、重力加速度の大きさを g とする。



① $\frac{k}{k - m\omega^2} L_0$

② $\frac{k}{k - m\omega^2} L_0 + \frac{mg}{k}$

③ $\frac{k + m\omega^2}{k} L_0$

④ $\frac{k + m\omega^2}{k} L_0 + \frac{mg}{k}$

⑤ $\frac{k}{k + m\omega^2} L_0$

⑥ $\frac{k}{k + m\omega^2} L_0 + \frac{mg}{k}$

熱力学

問 1 6、問 1 7 に答えなさい。

問 1 7

熱機関は、高温熱源から熱を吸収し、その一部を仕事に変換し、残りを熱として外部へ放出している。熱効率 e_1 の熱機関の放出する熱を、高温熱源として利用して熱効率 e_2 の熱機関を動かした。これら 2 つの熱機関を 1 つの熱機関とみなしたときの全体の熱効率はいくらか。最も適切なものを、次の ①～⑦の中から 1 つ選びなさい。

① $e_1 + e_2$

② $e_1 - e_2$

③ $e_1 - e_1 e_2 + e_2$

④ $e_1 + e_1 e_2 + e_2$

⑤ $e_1 e_2$

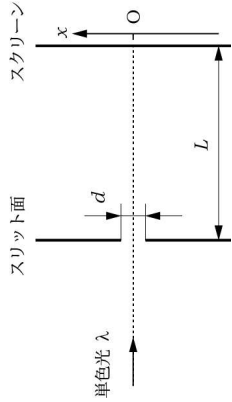
- ⑥ $\frac{e_1}{e_2}$
- ⑦ $\frac{e_2}{e_1}$

波動

問18、問19に答えなさい。

問18

図のように、幅 d の1本のスリットから L 離れた位置にスクリーンを平行に置いた。波長 λ の単色光をスリットに垂直に当てると、スクリーン上に干渉縞が観測される。スリットからスクリーンに下した垂線とスクリーンの交点を原点 O とする。スクリーン上の原点 O 付近の暗線の位置 x について最も適切なものを、次の①～⑥の中から1つ選びなさい。



- ① $\pm \frac{L}{d} \lambda, \pm \frac{2L}{d} \lambda, \pm \frac{3L}{d} \lambda \quad \dots$
- ② $0, \pm \frac{L}{d} \lambda, \pm \frac{2L}{d} \lambda, \pm \frac{3L}{d} \lambda \quad \dots$
- ③ $\pm \frac{L}{2d} \lambda, \pm \frac{L}{d} \lambda, \pm \frac{3L}{2d} \lambda \quad \dots$
- ④ $0, \pm \frac{L}{2d} \lambda, \pm \frac{L}{d} \lambda, \pm \frac{3L}{2d} \lambda \quad \dots$
- ⑤ $\pm \frac{L}{d} \lambda, \pm \frac{3L}{d} \lambda, \pm \frac{5L}{d} \lambda \quad \dots$
- ⑥ $0, \pm \frac{L}{d} \lambda, \pm \frac{3L}{d} \lambda, \pm \frac{5L}{d} \lambda \quad \dots$

問19

光の水に対する屈折率は波長によって異なる。このことから水滴で屈折した光によって虹を見ることができ。図1のAは主虹と呼ばれる虹が見えるときの水滴を通る太陽光線の経路である。空の条件がよいと、図1のBのような経路で副虹が見えることがある。水の屈折率を1.33として水滴への入射角 θ_m と水滴からの屈折光の入射方向に対する角度 θ_{out} の関

係を、ある波長の光について求めてきたところ、図2のグラフが得られた。図2のAは図1のAに、Bは図1のBにそれぞれ対応している。図2のグラフに関する下の(ア)から(カ)のうち、正しい説明の組み合わせとして最も適切なものを、下の①～⑧の中から1つ選びなさい。

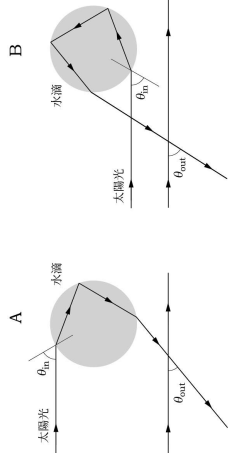


図1

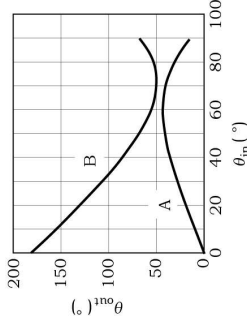


図2

- (ア) 地上から見ると図2のグラフの縦軸の値が大きいほど屈折光は上方に見える。
- (イ) 地上から見ると図2のグラフの縦軸の値が大きいほど屈折光は下方に見える。
- (ウ) 入射角の変化は、太陽光が様々な方向から入射することに対応している。
- (エ) 入射角の変化は、太陽光の方向は変わらず水滴の球面に対する角度が変わることに対応している。
- (オ) 図2のグラフの極大（極小）の近くでグラフの傾きが緩やかに変化していることが、虹の色が見えることに対応している。
- (カ) 図2のグラフの形は主虹と副虹の位置関係を示しているだけで、虹の色の見え方には影響していない。

- ① (ア) と (ウ) と (オ)
- ② (ア) と (ウ) と (カ)
- ③ (ア) と (エ) と (オ)
- ④ (ア) と (エ) と (カ)
- ⑤ (イ) と (ウ) と (オ)
- ⑥ (イ) と (ウ) と (カ)
- ⑦ (イ) と (エ) と (オ)

電磁気

問 2 0 ～ 問 2 3 に答えなさい。

問 2 0

図 1 は、ある豆電球の電流－電圧特性の測定結果を表したグラフである。この豆電球と起電力 2.7 V の電池、抵抗、スイッチ、電流計、電圧計を使って図 2 の回路を作った。スイッチを入れたら、電流計に 0.18 A の電流が流れた。抵抗の抵抗値と豆電球の電力の組み合わせとして最も適切なものを、下の ①～⑤の中から 1 つ選びなさい。ただし、電池、電流計と電圧計の内部抵抗の影響は考えなくてよい。

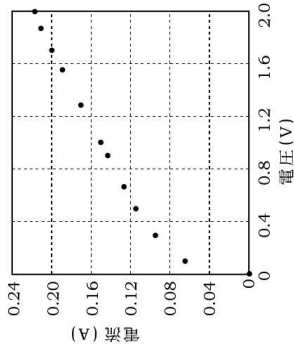


図 1

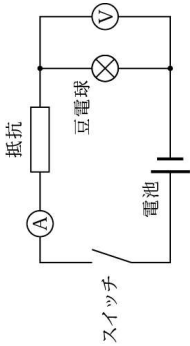
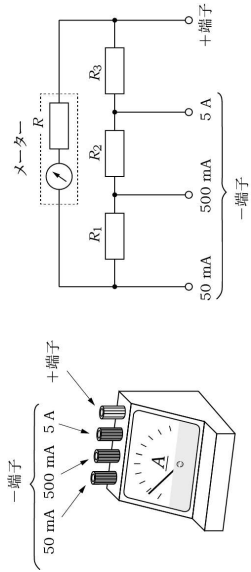


図 2

- ① 抵抗値 $8.3\ \Omega$ 、電力 0.22 W
- ② 抵抗値 $7.8\ \Omega$ 、電力 0.23 W
- ③ 抵抗値 $7.2\ \Omega$ 、電力 0.25 W
- ④ 抵抗値 $6.7\ \Omega$ 、電力 0.27 W
- ⑤ 抵抗値 $6.1\ \Omega$ 、電力 0.29 W

問 2 1

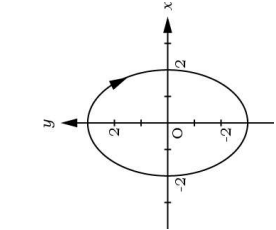
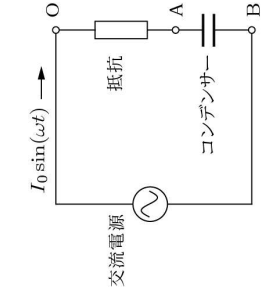
学校用の電流計は 50 mA 、 500 mA 、 5 A の測定レンジで電流を測定することができる。内部構造は、メーターと分流器（抵抗器）からできている。図のように、メーターの内部抵抗の抵抗値を R 、分流器の抵抗値をそれぞれ R_1 、 R_2 、 R_3 とする。抵抗値の比 $R_1 : R_2 : R_3$ はいくらか。最も適切なものを、下の ①～⑧の中から 1 つ選びなさい。



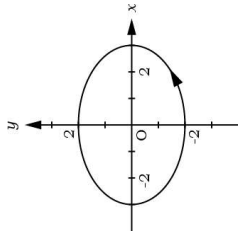
- ① $1 : 9 : 90$
- ② $1 : 9 : 99$
- ③ $1 : 10 : 100$
- ④ $1 : 11 : 111$
- ⑤ $90 : 9 : 1$
- ⑥ $99 : 9 : 1$
- ⑦ $100 : 10 : 1$
- ⑧ $111 : 11 : 1$

問 2 2

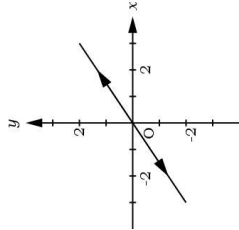
図のような、抵抗値 $3.0\ \Omega$ の抵抗、電気容量 0.010 F のコンデンサーと交流電源からなる回路がある。回路の O から B に流れる電流の時間変化は $I_0 \sin \omega t$ と表せる。ここで、 t は時刻、振幅 $I_0 = 1.0\text{ A}$ 、角振動数 $\omega = 50\text{ rad/s}$ である。A を基準とした O の電位を $x\text{ [V]}$ 、B を基準とした A の電位を $y\text{ [V]}$ とする。横軸を x 、縦軸を y としたグラフ上に、時刻 t とともに変化する点 (x, y) を描いた。点の軌跡はどうか。最も適切なものを、下の ①～⑧の中から 1 つ選びなさい。



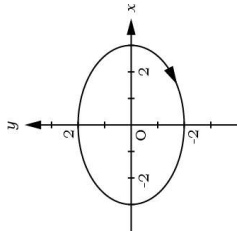
①



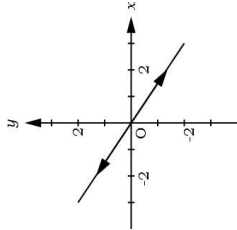
③



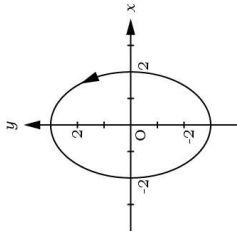
⑤



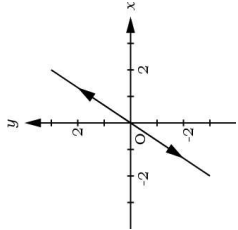
⑦

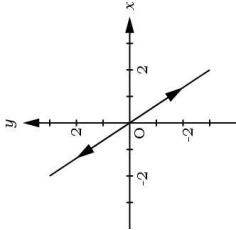


⑨



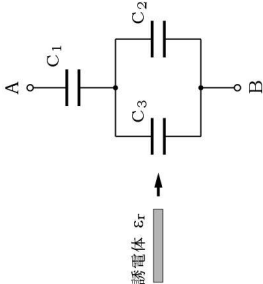
⑪





問 2 3

極板間が真空の平行板コンデンサー C_1 、 C_2 、 C_3 を図のように接続した。コンデンサーの電気容量はいずれも C である。両端の AB 間に起電力 V の電池をつないで充電した。十分時間が経った後、電池を取り外し、 C_3 の電極間に誘電体（比誘電率 ϵ_r ）を入れた。AB 間の電位差はいくらになったか。最も適切なものを、下の ①～⑥の中から 1 つ選びなさい。



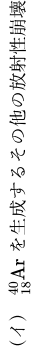
- ① $\frac{2}{3}V$
- ② $\frac{2}{3(1+\epsilon_r)}V$
- ③ $\frac{3(2+\epsilon_r)}{2(1+\epsilon_r)}V$
- ④ $\frac{2(1+\epsilon_r)}{3(2+\epsilon_r)}V$
- ⑤ $\frac{2(2-\epsilon_r)}{3(1-\epsilon_r)}V$
- ⑥ $\frac{2(2+\epsilon_r)}{3(1+\epsilon_r)}V$

原子

問 2 4 に答えなさい。

問 2 4

$^{40}_{19}\text{K}$ は次の(ア)と(イ)の放射性崩壊をする。



$^{40}_{19}\text{K}$ の放射性崩壊の 89 % は(ア)、11 % は(イ)であり、(ア)の半減期は 1.40×10^9 年、(イ)の半減期は 1.13×10^{10} 年である。これら 2 つの放射性崩壊を合わせた $^{40}_{19}\text{K}$ の半減期はいくらか。最も適切なものを、次の ①～⑥の中から 1 つ選びなさい。

- ① 1.3×10^9 年
- ② 1.4×10^9 年
- ③ 1.6×10^9 年
- ④ 1.7×10^9 年
- ⑤ 2.7×10^9 年
- ⑥ 1.0×10^{10} 年

発展問題

問 2 5 ～ 2 7 に答えなさい。

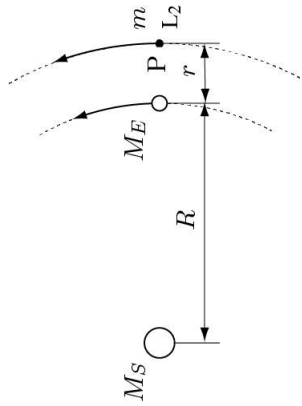
次の文章を読んで、下の問いに答えなさい。

質量 M_E の天体 E が、質量 M_S の天体 S からの万有引力を受けて半径 R 、周期 T の円運動をしている。質量 m の小さな物体 P を E の公転軌道面上に置いたとき、2 つの天体からの万有引力が向心力となって E と等しい周期で円運動をする特別な位置が存在する。これらの位置はラグランジュ点として知られ、 L_1 から L_5 の 5 か所がある。 S と E を結ぶ直線状には 3 つのラグランジュ点が存在し、図に示すように、その中で天体 E の円運動より外側に位置する点は L_2 と呼ばれる。

S を太陽、 E を地球とするとき、 L_2 では太陽の光が地球にさえぎられるため、 L_2 は遠方の暗い天体を観測するのに最適な位置である。この位置に、2021 年に打ち上げられたジェイムズ・ウェッブ宇宙望遠鏡が置かれている。ここでは、太陽と地球がつくるラグランジュ点 L_2 について調べてみよう。

地球から小物体 P までの距離を r とすると、みかけの力である遠心力の大きさは $[ア]$ と表される。この遠心力と同じ大きさの力が P の円運動の向心力となるので、万有引力定数を G とすれば向心力の大きさは $[イ]$ である。 $[ア] = [イ]$ か

ら地球と等しい周期で円運動をする位置が求められる。ここで、 $T = 2\pi\sqrt{\frac{R^3}{GM_S}}$ であり、 r は R に比較して十分に小さいので、 $(1+x)^n \simeq 1+nx$ の近似を用いると、 $r =$ [ウ] が得られる。
 太陽の質量を 2.0×10^{30} kg、地球の質量を 6.0×10^{24} kg、太陽 - 地球間の距離を 1.5×10^8 km とすると、地球から P までの距離は [エ] となる。



問 2 5

[ア] と [イ] に入る数式として最も適切な組み合わせを、次の ①～⑧の中から 1 つ選びなさい。

- | | |
|---|--|
| ア | イ |
| ① $m(R+r)\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2$ | $mG\left(\frac{M_E}{r^2} - \frac{M_S}{(R+r)^2}\right)$ |
| ② $m(R+r)\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2$ | $mG\left(\frac{M_E}{r^2} + \frac{M_S}{(R+r)^2}\right)$ |
| ③ $m(R+r)\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2$ | $mG\frac{M_S}{(R+r)^2}$ |
| ④ $m(R+r)\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2$ | $mG\frac{M_S}{r^2}$ |
| ⑤ $mR\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2$ | $mG\left(\frac{M_E}{r^2} - \frac{M_S}{(R+r)^2}\right)$ |
| ⑥ $mR\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2$ | $mG\left(\frac{M_E}{r^2} + \frac{M_S}{(R+r)^2}\right)$ |
| ⑦ $mR\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2$ | $mG\frac{M_S}{(R+r)^2}$ |
| ⑧ $mR\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2$ | $mG\frac{M_S}{r^2}$ |

問 2 6

[ウ] に入る数式として最も適切なものを、次の ①～⑤の中から 1 つ選びなさい。

- ① $\sqrt[3]{\frac{M_E}{3M_S}}R$
- ② $\sqrt[3]{\frac{M_E}{2M_S}}R$
- ③ $\sqrt[3]{\frac{M_E}{M_S}}R$
- ④ $\sqrt[3]{\frac{2M_E}{M_S}}R$
- ⑤ $\sqrt[3]{\frac{3M_E}{M_S}}R$

問 2 7

[エ] に入る値として最も適切なものを、次の ①～⑤の中から 1 つ選びなさい。

- ① 1.50×10^6 km
- ② 1.72×10^6 km
- ③ 2.16×10^6 km
- ④ 2.73×10^6 km
- ⑤ 3.12×10^6 km