

先進工学部

○電子システム工学科

（数学に関する小論文／2023 年度入試過去問題）

原点を O とする平面上に鋭角三角形 ABC があり、 $BC = a$, $CA = b$, $AB = c$, $\angle A = A$, $\angle B = B$, $\angle C = C$ とする。 $\triangle ABC$ の内部の点 P に関して、3つの三角形の面積比が $\triangle PBC : \triangle PCA : \triangle PAB = \alpha : \beta : \gamma$ のとき、次の等式が成り立つ。

$$\overrightarrow{OP} = \frac{\alpha \overrightarrow{OA} + \beta \overrightarrow{OB} + \gamma \overrightarrow{OC}}{\alpha + \beta + \gamma} \quad (1)$$

(i) $\triangle ABC$ の内心を I としたとき、(1) を用いて次の等式が成り立つことを証明しなさい。

$$\overrightarrow{OI} = \frac{a \overrightarrow{OA} + b \overrightarrow{OB} + c \overrightarrow{OC}}{a + b + c}$$

(ii) $\triangle ABC$ の外心を J としたとき、(1) を用いて次の等式が成り立つことを証明しなさい。

$$\overrightarrow{OJ} = \frac{(a \cos A) \overrightarrow{OA} + (b \cos B) \overrightarrow{OB} + (c \cos C) \overrightarrow{OC}}{a \cos A + b \cos B + c \cos C}$$

(iii) 等式 (1) が成り立つことを証明しなさい。

(物理に関する小論文／2023 年度入試過去問題)

1 地球が地球表面上の物体に及ぼす引力の合力は、地球の全質量が地球の中心 O に集まったとき、地球の全質量が物体に及ぼす万有引力に等しい。また、万有引力は、地球表面上の物体に作用する重力と厳密に一致するとは限らない。これに関連する以下の問に答えなさい。

(1) 赤道上に置かれた物体について、物体に作用する万有引力の大きさと重力の大きさはどちらが大きい。理由とともに説明しなさい。

(2) 赤道上に置かれた質量 10 kg の物体について、地球の全質量が物体に及ぼす万有引力の大きさを F_1 、重力の大きさを W_1 とする。それらの差の絶対値 $|F_1 - W_1|$ は、何 N か。有効数字 2 桁で求めなさい。ただし、必要であれば以下の数値を用いること。

地球の全質量： $M = 6.0 \times 10^{24}\text{ kg}$

地球の半径： $R = 6.4 \times 10^3\text{ km}$

万有引力定数： $G = 6.7 \times 10^{-11}\text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{kg}^2$

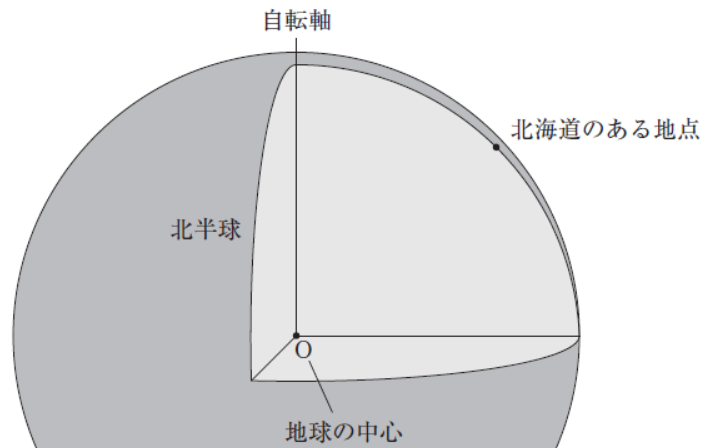
地球の自転周期： $T = 8.6 \times 10^4\text{ s}$

円周率： $\pi = 3.14$

(3) 地球の全質量が物体に及ぼす万有引力と、物体に作用する重力が厳密に一致するのは、地球表面上のどのような場所かを答えなさい。

2 薬局にある調剤用の電子天秤は「検定付きはかり」と呼ばれており、電子天秤を購入するときに使用地域を申告する必要がある。これは、薬品の質量を測定するとき、地域によらず厳密に正しい質量を測定するためである。また、電子天秤を使用する地域を変更する場合には電子天秤の調整(校正)をしなければならない。これに関連する以下の問に答えなさい。

- (1) 使用地域を申告する理由を簡単に説明しなさい。
- (2) 使用地域を北海道と申告して購入した電子天秤を、調整せずに沖縄県で使用した場合を考える。北海道のある地点で 10 g を示した薬品は沖縄県では 10 g より小さく表示されるか、大きく表示されるか、いずれであるかを答えなさい。また、その理由を、地球の中心 O と北海道のある地点を含む断面図(北半球のみ記載)を表す次図を用いて説明しなさい。



○マテリアル創成工学科

(物理に関する小論文／2023 年度入試過去問題)

1 地球が地球表面上の物体に及ぼす引力の合力は、地球の全質量が地球の中心 O に集まったとき、地球の全質量が物体に及ぼす万有引力に等しい。また、万有引力は、地球表面上の物体に作用する重力と厳密に一致するとは限らない。これに関連する以下の問に答えなさい。

(1) 赤道上に置かれた物体について、物体に作用する万有引力の大きさと重力の大きさはどちらが大きい。理由とともに説明しなさい。

(2) 赤道上に置かれた質量 10 kg の物体について、地球の全質量が物体に及ぼす万有引力の大きさを F_1 、重力の大きさを W_1 とする。それらの差の絶対値 $|F_1 - W_1|$ は、何 N か。有効数字 2 桁で求めなさい。ただし、必要であれば以下の数値を用いること。

地球の全質量： $M = 6.0 \times 10^{24}\text{ kg}$

地球の半径： $R = 6.4 \times 10^3\text{ km}$

万有引力定数： $G = 6.7 \times 10^{-11}\text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{kg}^2$

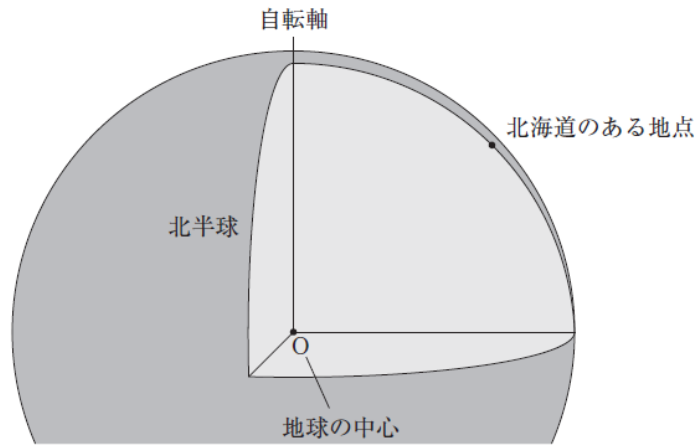
地球の自転周期： $T = 8.6 \times 10^4\text{ s}$

円周率： $\pi = 3.14$

(3) 地球の全質量が物体に及ぼす万有引力と、物体に作用する重力が厳密に一致するのは、地球表面上のどのような場所かを答えなさい。

2 薬局にある調剤用の電子天秤は「検定付きはかり」と呼ばれており、電子天秤を購入するときに使用地域を申告する必要がある。これは、薬品の質量を測定するとき、地域によらず厳密に正しい質量を測定するためである。また、電子天秤を使用する地域を変更する場合には電子天秤の調整(校正)をしなければならない。これに関連する以下の問に答えなさい。

- (1) 使用地域を申告する理由を簡単に説明しなさい。
- (2) 使用地域を北海道と申告して購入した電子天秤を、調整せずに沖縄県で使用的場合を考える。北海道のある地点で 10 g を示した薬品は沖縄県では 10 g より小さく表示されるか、大きく表示されるか、いずれであるかを答えなさい。また、その理由を、地球の中心 O と北海道のある地点を含む断面図(北半球のみ記載)を表す次図を用いて説明しなさい。



(化学に関する小論文／2023 年度入試過去問題)

問1 以下の例にしたがって、次の(1)および(2)の混合物から純物質を取り出す操作についてそれぞれ説明しなさい。ただし、それぞれ序論・本論・結論の段落構成で説明すること。

序論：実験操作の方針を説明する。

本論：具体的な実験操作について説明する。実験操作に必要な試薬と器具は名称はそれぞれ記載すること。

結論：取り出すことができる純物質を説明する。

(1) 硝酸カリウムと少量の塩化ナトリウムの混合物

(2) ニトロベンゼンとアニリンの混合物

(問題例) ヨウ素と少量のガラス片の混合物

(回答例) ヨウ素の固体は昇華性をもつので、昇華法を利用してヨウ素を分離する。

まず、ヨウ素と少量のガラス片の混合物をビーカーに入れ、ビーカーの上に冷水の入った丸底フラスコを重ねる。ビーカーを下からガスバーナーを利用して加熱すると、ヨウ素が昇華して気体に変化するが、丸底フラスコの底に接触すると冷却されて固体に戻る。

以上の結果、丸底フラスコの底に、純粋なヨウ素を分離することができる。

問2 以下の(1)および(2)の操作を行ったときに、どのような変化がそれぞれ観察されるか。化学平衡を表す化学反応式を書き、「共通イオン効果」または「ルシャトリエの原理」という用語を用いて、それぞれ説明しなさい。

(1) 炭酸水素ナトリウム水溶液に塩酸を加える。

(2) 塩化銀の飽和水溶液に塩酸を加える。

○生命システム工学科（生物に関する小論文／2023 年度入試過去問題）

問 1

- (1) サンゴの多くは浅瀬の強光下で生育する。このようなサンゴは種によって体内に藻類である褐虫藻を共生させており、褐虫藻のもつ色素がサンゴの発色を促す。サンゴは褐虫藻に住みかと栄養塩類を、褐虫藻はサンゴに光合成産物を提供している。また、褐虫藻の生育に適さない環境条件下では、サンゴから褐虫藻の放出がみられることが知られている。

2021 年、海底火山の噴火によるものとみられる軽石が、沖縄諸島に大量に漂着した。サンゴが生育する浅瀬の海面を大量の軽石が覆いつくすことで、サンゴの発色および生育にどのような影響が与えられると考えられるか、理由とともに説明しなさい。

- (2) サンゴのうち、炭酸カルシウム(CaCO_3 ・石灰)の骨格をもち、褐虫藻を共生させてサンゴ礁を形成するサンゴを造礁サンゴという。造礁サンゴは褐虫藻から得た光合成産物から炭酸カルシウムを合成し、骨格をつくる。このことを踏まえて、炭素が食物連鎖などを介した生物間の循環から外れる仕組みについて考察し、「光合成」、「死骸」、「石灰岩」、「難分解性」の語句をすべて用いて説明しなさい。

問 2

多細胞生物のからだを構成するすべての細胞は同じ遺伝情報をもつにもかかわらず、組織や器官によって細胞の形や機能が異なる。これは、細胞の種類によってそれぞれ異なる遺伝子が発現しているためである。たとえば、インスリン遺伝子はすい臓の細胞でのみ発現し、クリスタリン遺伝子は水晶体の細胞でのみ発現している。遺伝子はタンパク質のアミノ酸配列をコードする領域と、その上流に存在する転写調節領域から構成され、転写調節領域が特定の組織での mRNA 発現を制御している。

近年の研究から、様々な病気が遺伝子の異常によって引き起こされることが明らかになってきた。病気の原因遺伝子も、病態に関連する特定の組織や器官の細胞で発現すると予想されるため、病気の原因遺伝子が見つかった場合、それがからだのどの部位で発現しているのかを調べることが重要である。

緑色蛍光タンパク質 GFP は、その遺伝子を導入したトランスジェニック動物を作製することにより、特定の組織や細胞を蛍光で光らせる目的で広く生物学研究に使われている。医学研究においては、遺伝子の発現パターンがヒトと類似したマウスを用いることが多い。新たに発見された病気の原因遺伝子の発現部位を明らかにする場合、GFP とマウスを用いてどのような実験方法が考えられるか説明しなさい。

○物理工学科

(数学に関する小論文／2023 年度入試過去問題)

原点を O とする平面上に鋭角三角形 ABC があり, $BC = a$, $CA = b$, $AB = c$, $\angle A = A$, $\angle B = B$, $\angle C = C$ とする。△ ABC の内部の点 P に関して, 3 つの三角形の面積比が $\triangle PBC : \triangle PCA : \triangle PAB = \alpha : \beta : \gamma$ のとき, 次の等式が成り立つ。

$$\overrightarrow{OP} = \frac{\alpha \overrightarrow{OA} + \beta \overrightarrow{OB} + \gamma \overrightarrow{OC}}{\alpha + \beta + \gamma} \quad (1)$$

(i) △ ABC の内心を I としたとき, (1) を用いて次の等式が成り立つことを証明しなさい。

$$\overrightarrow{OI} = \frac{a \overrightarrow{OA} + b \overrightarrow{OB} + c \overrightarrow{OC}}{a + b + c}$$

(ii) △ ABC の外心を J としたとき, (1) を用いて次の等式が成り立つことを証明しなさい。

$$\overrightarrow{OJ} = \frac{(a \cos A) \overrightarrow{OA} + (b \cos B) \overrightarrow{OB} + (c \cos C) \overrightarrow{OC}}{a \cos A + b \cos B + c \cos C}$$

(iii) 等式 (1) が成り立つことを証明しなさい。

(物理に関する小論文／2023 年度入試過去問題)

1 地球が地球表面上の物体に及ぼす引力の合力は、地球の全質量が地球の中心 O に集まったとき、地球の全質量が物体に及ぼす万有引力に等しい。また、万有引力は、地球表面上の物体に作用する重力と厳密に一致するとは限らない。これに関連する以下の問に答えなさい。

(1) 赤道上に置かれた物体について、物体に作用する万有引力の大きさと重力の大きさはどちらが大きい。理由とともに説明しなさい。

(2) 赤道上に置かれた質量 10 kg の物体について、地球の全質量が物体に及ぼす万有引力の大きさを F_1 、重力の大きさを W_1 とする。それらの差の絶対値 $|F_1 - W_1|$ は、何 N か。有効数字 2 桁で求めなさい。ただし、必要であれば以下の数値を用いること。

地球の全質量： $M = 6.0 \times 10^{24}\text{ kg}$

地球の半径： $R = 6.4 \times 10^3\text{ km}$

万有引力定数： $G = 6.7 \times 10^{-11}\text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{kg}^2$

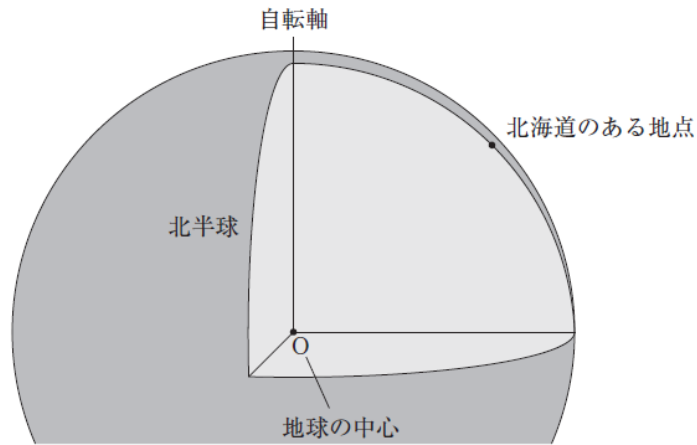
地球の自転周期： $T = 8.6 \times 10^4\text{ s}$

円周率： $\pi = 3.14$

(3) 地球の全質量が物体に及ぼす万有引力と、物体に作用する重力が厳密に一致するのは、地球表面上のどのような場所かを答えなさい。

2 薬局にある調剤用の電子天秤は「検定付きはかり」と呼ばれており、電子天秤を購入するときに使用地域を申告する必要がある。これは、薬品の質量を測定するとき、地域によらず厳密に正しい質量を測定するためである。また、電子天秤を使用する地域を変更する場合には電子天秤の調整(校正)をしなければならない。これに関連する以下の問に答えなさい。

- (1) 使用地域を申告する理由を簡単に説明しなさい。
- (2) 使用地域を北海道と申告して購入した電子天秤を、調整せずに沖縄県で使用的場合を考える。北海道のある地点で 10 g を示した薬品は沖縄県では 10 g より小さく表示されるか、大きく表示されるか、いずれであるかを答えなさい。また、その理由を、地球の中心 O と北海道のある地点を含む断面図(北半球のみ記載)を表す次図を用いて説明しなさい。



○機能デザイン工学科

※試験科目数は2科目とし、科目は当日に選択

(物理に関する小論文／2023年度入試過去問題)

1 地球が地球表面上の物体に及ぼす引力の合力は、地球の全質量が地球の中心 O に集まったとき、地球の全質量が物体に及ぼす万有引力に等しい。また、万有引力は、地球表面上の物体に作用する重力と厳密に一致するとは限らない。これに関連する以下の問に答えなさい。

(1) 赤道上に置かれた物体について、物体に作用する万有引力の大きさと重力の大きさはどちらが大きいのか。理由とともに説明しなさい。

(2) 赤道上に置かれた質量 10 kg の物体について、地球の全質量が物体に及ぼす万有引力の大きさを F_1 、重力の大きさを W_1 とする。それらの差の絶対値 $|F_1 - W_1|$ は、何 N か。有効数字2桁で求めなさい。ただし、必要であれば以下の数値を用いること。

地球の全質量： $M = 6.0 \times 10^{24}\text{ kg}$

地球の半径： $R = 6.4 \times 10^3\text{ km}$

万有引力定数： $G = 6.7 \times 10^{-11}\text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{kg}^2$

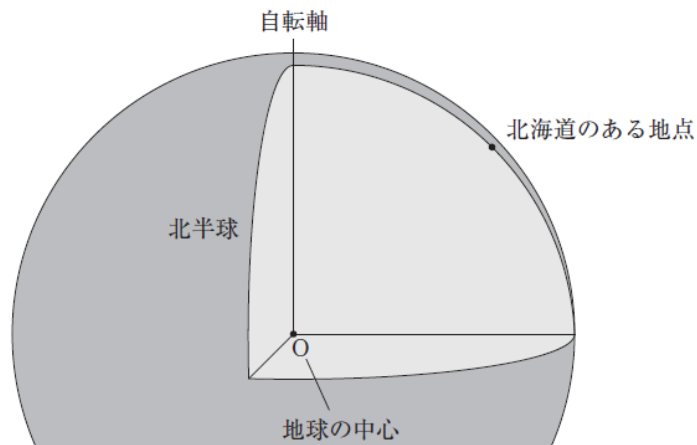
地球の自転周期： $T = 8.6 \times 10^4\text{ s}$

円周率： $\pi = 3.14$

(3) 地球の全質量が物体に及ぼす万有引力と、物体に作用する重力が厳密に一致するのは、地球表面上のどのような場所かを答えなさい。

2 薬局にある調剤用の電子天秤は「検定付きはかり」と呼ばれており、電子天秤を購入するときに使用地域を申告する必要がある。これは、薬品の質量を測定するとき、地域によらず厳密に正しい質量を測定するためである。また、電子天秤を使用する地域を変更する場合には電子天秤の調整(校正)をしなければならない。これに関連する以下の問に答えなさい。

- (1) 使用地域を申告する理由を簡単に説明しなさい。
- (2) 使用地域を北海道と申告して購入した電子天秤を、調整せずに沖縄県で使用した場合を考える。北海道のある地点で 10 g を示した薬品は沖縄県では 10 g より小さく表示されるか、大きく表示されるか、いずれであるかを答えなさい。また、その理由を、地球の中心 O と北海道のある地点を含む断面図(北半球のみ記載)を表す次図を用いて説明しなさい。



(化学に関する小論文／2023 年度入試過去問題)

問1 以下の例にしたがって、次の(1)および(2)の混合物から純物質を取り出す操作についてそれぞれ説明しなさい。ただし、それぞれ序論・本論・結論の段落構成で説明すること。

序論：実験操作の方針を説明する。

本論：具体的な実験操作について説明する。実験操作に必要な試薬と器具は名称はそれぞれ記載すること。

結論：取り出すことができる純物質を説明する。

(1) 硝酸カリウムと少量の塩化ナトリウムの混合物

(2) ニトロベンゼンとアニリンの混合物

(問題例) ヨウ素と少量のガラス片の混合物

(回答例) ヨウ素の固体は昇華性をもつので、昇華法を利用してヨウ素を分離する。

まず、ヨウ素と少量のガラス片の混合物をビーカーに入れ、ビーカーの上に冷水の入った丸底フラスコを重ねる。ビーカーを下からガスバーナーを利用して加熱すると、ヨウ素が昇華して気体に変化するが、丸底フラスコの底に接触すると冷却されて固体に戻る。

以上の結果、丸底フラスコの底に、純粋なヨウ素を分離することができる。

問2 以下の(1)および(2)の操作を行ったときに、どのような変化がそれぞれ観察されるか。化学平衡を表す化学反応式を書き、「共通イオン効果」または「ルシャトリエの原理」という用語を用いて、それぞれ説明しなさい。

(1) 炭酸水素ナトリウム水溶液に塩酸を加える。

(2) 塩化銀の飽和水溶液に塩酸を加える。

(生物に関する小論文／2023 年度入試過去問題)

問 1

- (1) サンゴの多くは浅瀬の強光下で生育する。このようなサンゴは種によって体内に藻類である褐虫藻を共生させており、褐虫藻のもつ色素がサンゴの発色を促す。サンゴは褐虫藻に住みかと栄養塩類を、褐虫藻はサンゴに光合成産物を提供している。また、褐虫藻の生育に適さない環境条件下では、サンゴから褐虫藻の放出がみられることが知られている。

2021 年、海底火山の噴火によるものとみられる軽石が、沖縄諸島に大量に漂着した。サンゴが生育する浅瀬の海面を大量の軽石が覆いつくすことで、サンゴの発色および生育にどのような影響が与えられると考えられるか、理由とともに説明しなさい。

- (2) サンゴのうち、炭酸カルシウム (CaCO_3 ・石灰) の骨格をもち、褐虫藻を共生させてサンゴ礁を形成するサンゴを造礁サンゴという。造礁サンゴは褐虫藻から得た光合成産物から炭酸カルシウムを合成し、骨格をつくる。このことを踏まえて、炭素が食物連鎖などを介した生物間の循環から外れる仕組みについて考察し、「光合成」、「死骸」、「石灰岩」、「難分解性」の語句をすべて用いて説明しなさい。

問 2

多細胞生物のからだを構成するすべての細胞は同じ遺伝情報をもつにもかかわらず、組織や器官によって細胞の形や機能が異なる。これは、細胞の種類によってそれぞれ異なる遺伝子が発現しているためである。たとえば、インスリン遺伝子はすい臓の細胞でのみ発現し、クリスタリン遺伝子は水晶体の細胞でのみ発現している。遺伝子はタンパク質のアミノ酸配列をコードする領域と、その上流に存在する転写調節領域から構成され、転写調節領域が特定の組織での mRNA 発現を制御している。

近年の研究から、様々な病気が遺伝子の異常によって引き起こされることが明らかになってきた。病気の原因遺伝子も、病態に関連する特定の組織や器官の細胞で発現すると予想されるため、病気の原因遺伝子が見つかった場合、それがからだのどの部位で発現しているのかを調べることが重要である。

緑色蛍光タンパク質 GFP は、その遺伝子を導入したトランスジェニック動物を作製することにより、特定の組織や細胞を蛍光で光らせる目的で広く生物学研究に使われている。医学研究においては、遺伝子の発現パターンがヒトと類似したマウスを用いることが多い。新たに発見された病気の原因遺伝子の発現部位を明らかにする場合、GFP とマウスを用いてどのような実験方法が考えられるか説明しなさい。