



学力検査「数学」・「理科」

(共生システム理工学類・食農学類)

共生システム理工学類

教科	試験科目	ページ	解答用紙枚数	時間
数 学	数学Ⅰ・数学Ⅱ・数学Ⅲ・ 数学A・数学B	必須 1～8	4枚	2科目で 120分
理 科	物理基礎・物理 化学基礎・化学 生物基礎・生物	から1科目 9～15 16～19 20～25	3枚	
			3枚	
			3枚	

食農学類

教科	試験科目	ページ	解答用紙枚数	時間
数 学	数学Ⅰ・数学Ⅱ・数学A・ 数学B	26～33	4枚	2科目で 120分
理 科	物理基礎・物理 化学基礎・化学 生物基礎・生物	9～15	3枚	
		16～19	3枚	
		20～25	3枚	
英 語		別冊紙		

注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開いてはいけない。
2. この問題冊子は33ページある。印刷不鮮明の箇所などがある場合には、監督者に申し出ること。
3. 共生システム理工学類受験者は、「数学」(1～8ページ)および、あらかじめ届け出た「理科」の試験科目(「物理基礎・物理」, 「化学基礎・化学」, 「生物基礎・生物」)を解答すること。
4. 食農学類受験者は、あらかじめ届け出た試験科目(「数学」(26～33ページ), 「物理基礎・物理」, 「化学基礎・化学」, 「生物基礎・生物」, 「英語」(別冊子)の中から2科目)を解答すること。
なお、本冊子以外に「英語」の問題冊子が配布されていることを確認すること。配布されていない場合は監督者に申し出ること。
5. 解答はすべて別紙の解答用紙に記入すること。
6. 解答用紙の指定欄には必ず氏名および受験番号を記入すること。
7. 解答用紙の評点欄には何も記入しないこと。
8. 解答用紙は持ち帰らないこと。

数学Ⅰ・数学Ⅱ・数学Ⅲ・数学A・数学B

以下の「数学」(1～8ページ)は共生システム理工学類の問題です。
食農学類の「数学」は26～33ページにあります。

I 以下の問いに答えなさい。

(1) 次の値を求めなさい。

$$\sqrt{\left(\frac{115}{226} - \frac{157}{312}\right)^2} + \sqrt{\left(\frac{111}{226} - \frac{157}{312}\right)^2}$$

(2) 3つの数

$$4^{-2+\log_2 3}, \log_{16} 8, \sin 75^\circ$$

を小さい方から順に、不等号をもちいて表しなさい。

このページは、計算・下書きに利用してください。

II 原点 O と座標平面上の 2 点 $A(30, 10)$, $B(5, 25)$ に対し, 線分 OB の中点を点 C , 線分 OA を $t:1-t$ ($0 < t < 1$) に内分する点を D とする。また, 直線 BD と直線 AC の交点を E とするとき, 以下の問いに答えなさい。

- (1) \overrightarrow{OD} を t および \overrightarrow{OA} をもちいて表しなさい。
- (2) \overrightarrow{OA} と \overrightarrow{OB} の内積 $\overrightarrow{OA} \cdot \overrightarrow{OB}$ を求めなさい。
- (3) $\overrightarrow{BD} \cdot \overrightarrow{OA} = 0$ であるとき, t の値を求めなさい。
- (4) $\overrightarrow{BD} \cdot \overrightarrow{OA} = 0$ であるとき, 点 E の座標を求めなさい。
- (5) $\overrightarrow{BD} \cdot \overrightarrow{OA} = 0$ であるとき, 三角形 ODE の面積を求めなさい。

このページは、計算・下書きに利用してください。

Ⅲ A, Bの二人がそれぞれ1個のさいころを3回投げ, 3つの出た目を使って3桁の自然数をつくる。Aは1回目に出た目を百の位, 2回目に出た目を十の位, 3回目に出た目を一の位の数として3桁の自然数をつくる。Bは出た3つの目を百の位, 十の位, 一の位のいずれかとする3桁の自然数のうち最大となる数をつくる。このとき, 次の問いに答えなさい。

- (1) Aのつくることのできる3桁の自然数は何個あるか答えなさい。
- (2) Bのつくることのできる3桁の自然数は何個あるか答えなさい。
- (3) Bの1回目に出た目が2であったとき, Bのつくる3桁の自然数が226より小さくなる確率を求めなさい。
- (4) Aの1回目と2回目に出た目がそれぞれ5と4であり, Bの1回目に出た目が4であったとき, Bのつくる3桁の自然数がAのつくる3桁の自然数より大きくなる確率を求めなさい。

このページは、計算・下書きに利用してください。

IV 関数 $f(x) = 2e^{-x} \sin x$ がある。曲線 $y = |f(x)| (x \geq 0)$ と x 軸で囲まれた図形について、 y 軸に近い順にその面積をそれぞれ S_0, S_1, S_2, \dots とする。このとき、次の問いに答えなさい。

- (1) S_0 の値を求めなさい。
- (2) 非負の整数 k に対して、 S_k を k をもちいて表しなさい。
- (3) $T_n = \sum_{k=0}^n S_k$ を n をもちいて表しなさい。
- (4) 極限值 $\lim_{n \rightarrow \infty} T_n$ を求めなさい。

このページは、計算・下書きに利用してください。

物理基礎・物理

注意 解答の過程も重視する。また、解答は解答用紙の枠内に記入すること。

I 次の問い(問1～問5)に答えなさい。

問1 図1のように、傾きの角が θ [rad]の摩擦のある斜面があり、この上に密度が一様な質量 m [kg]、底面の一辺の長さ l [m]、高さ h [m]の直方体が、長さ l [m]の辺が斜面に沿う向きに置かれている。 θ を大きくしていくと直方体は滑らないままPP'まわりに回転を始めた。この瞬間の $\tan \theta$ を求めなさい。ただし、重力加速度の大きさを g [m/s²]とする。

問2 図2(a)のように、なめらかに動く質量 M [kg]のピストンがついた断面積 S [m²]のシリンダーに理想気体が封入されて、大気中に水平に置かれている。次に、図2(b)のように上下を反対にしたところ、気体の体積は変化した。ただし、気体の温度は変化しなかった。気体の体積と内部エネルギーはそれぞれ何倍になったか求めなさい。ただし、大気圧を p_0 [Pa]、重力加速度の大きさを g [m/s²]とする。

問3 図3の回路Aのように、断面積 1.0×10^{-9} m²で長さ0.24 mの一様な抵抗線の両端に電圧18 Vの電源をつなげたところ、電流計は50 mAを示した。次に、この抵抗線を3等分し、回路Bのように同じ電源につなげた。このとき、電流計の示す値を求めなさい。また、抵抗線の抵抗率を求めなさい。ただし、電源の内部抵抗は無視できるものとする。

問 4 図4のように、静止している車の後ろに取り付けた垂直な壁に向かってA君が軽いボールを水平に速さ 20 m/s で投げたところ、ボールは壁に衝突した後に跳ね返ってきた。このとき、衝突後のボールの水平方向の速さは 16 m/s であった。次に、この車が 10 m/s で前方に動いているとき、同様に 20 m/s でボールを投げたところ、再びボールは壁に衝突した。衝突後のボールの速さと方向を答えなさい。ただし、空気抵抗は無視できるものとする。

問 5 放射性炭素 ^{14}C は、半減期が 5.70×10^3 年で β 崩壊して別の物質に変化する。ある遺跡で見つかった木片の中にある ^{14}C の量の ^{12}C に対する比は、生きている木の $\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{1}{2}}$ 倍であった。この木片は何年前のものか求めなさい。また、 ^{14}C はどんな元素に変化するか答えなさい。

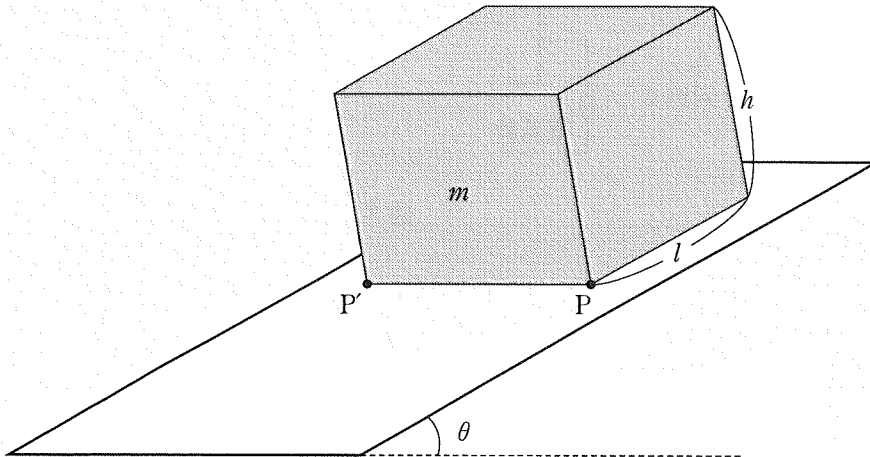


図 1

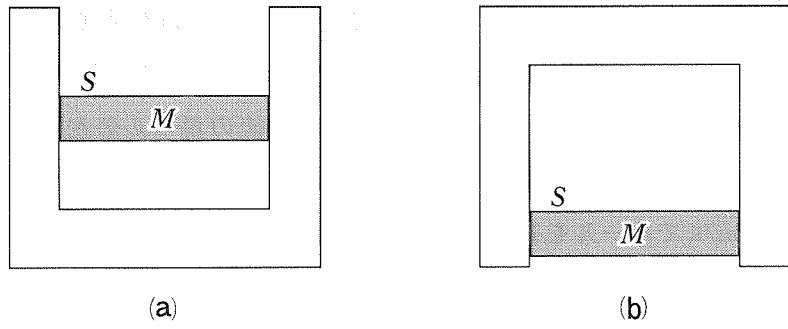


図 2

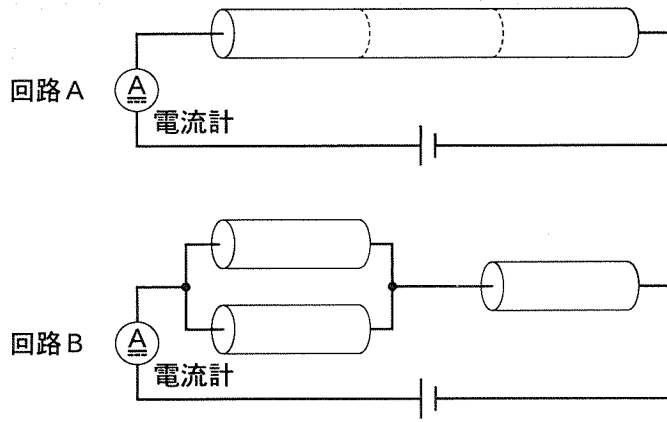


図 3

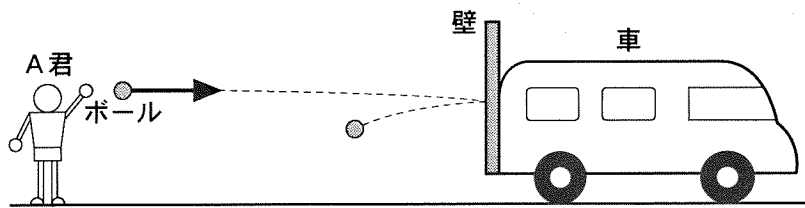


図 4

II 図5のように水平な x 軸上に、床に置かれたスピーカー A と台車に乗せたマイクおよびスピーカー B がある。スピーカー B とマイクとの距離は d [m] であり、いま、スピーカー A は $x = 0$ [m] の位置に、スピーカー B は $x = l$ [m] ($l > d$) の位置に置かれている。両方のスピーカーからは発振器により振動数 f_0 [Hz] の同じ正弦波が出力される。音速を c [m/s] として、以下の問い(問1～問3)に答えなさい。

問1 図6は、スピーカー A のみから音を発生させてから t 秒後の x 軸上の各点における媒質の変位を表わしたものであり、波のない状態から x 軸の正方向への変位を正の値としている。このとき、波はちょうど2波長分進んでいた。

- (1) t を求めなさい。
- (2) グラフ上の点 $x_1 \sim x_4$ のうち、媒質が密である点と疎である点をそれぞれ答えなさい。

問2 2つのスピーカーから音を発生させると、スピーカー間に定常波が生じた。スピーカー B の位置を変えて音をマイクで観測したところ、いくつかの位置において、2つのスピーカーからの音が最も強め合って観測された。

- (1) AB 間で波が最も強め合っているのがマイクの位置のみであった場合、 l と d との間に成り立つ関係式を示しなさい。
- (2) AB 間に定常波の腹が5つ生じていて、マイクの位置で腹となり、スピーカー B とマイクとの間に節が無いとき、 d 、 l 、 f_0 、 c の間に成り立つ関係式を示しなさい。
- (3) 最も強め合っている音がマイクで観測されている状態から、台車を x 軸の正方向にゆっくりと移動させたところ、 a [m] 動かしたときに初めてマイクで観測される音が聞こえなくなった。 a を求めなさい。

問 3 2つのスピーカーから音を発生させた状態で、台車を x 軸の正方向に一定の速さ u (m/s) で動かした。

- (1) スピーカー A からマイクに入力される音の振動数 f_A (Hz) を求めなさい。
- (2) マイクで観測される音に毎秒 N 回のうなりが生じた。 N を求めなさい。

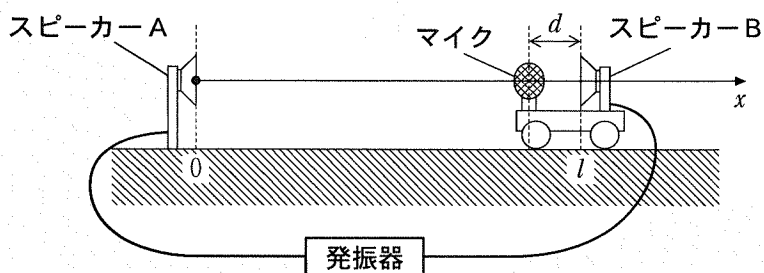


図 5

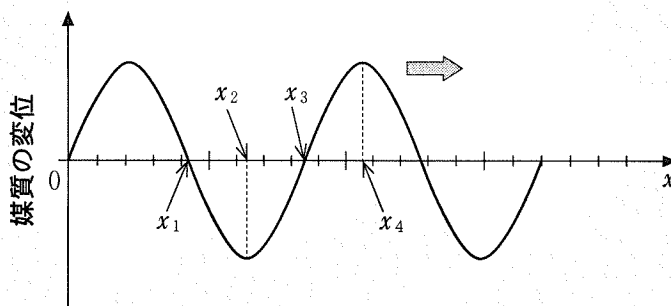


図 6

Ⅲ 空気中を落下する、 q [C] の電荷を持った質量 m [kg] の小さい油滴がある。油滴の落下速度は小さく、油滴は落下速度に比例した空気による抵抗力を受ける。油滴は十分長い時間落下した後^{あな}に一定の速度に達し、図7のように孔から E [N/C] の一様な電場に進入する。以下の問い(問1, 問2)に答えなさい。ただし、重力加速度の大きさを g [m/s²]、抵抗力の係数を k とする。

問1 孔に入る前の油滴の速度が一定になる過程について考える。ただし、落下中の油滴の速さを v_1 [m/s] とする。

- (1) 油滴に働く力を矢印で表しなさい。矢印の脇にはその力の大きさを式で表しなさい。また、どんな力か書きなさい。
- (2) 十分時間がたったときに油滴が一定の速度に達する理由を30字以内で書きなさい。
- (3) 一定の速度に達したときの油滴の速さ v_a [m/s] を求めなさい。

問2 孔に入った油滴は電場内で落下を続けた後、上昇に転じた。その後の油滴の速さを v_2 [m/s] とする。

- (1) 電極板間の距離が d [m] であるとき、電極板間の電位差 V [V] を求めなさい。
- (2) 油滴に働く力を矢印で表しなさい。矢印の脇にはその力の大きさを式で表しなさい。また、どんな力か書きなさい。
- (3) 十分時間が経ち、一定の速度に達したときの油滴の速さ v_b [m/s] を求めなさい。ただし、電場の外に油滴が出ることはないものとする。

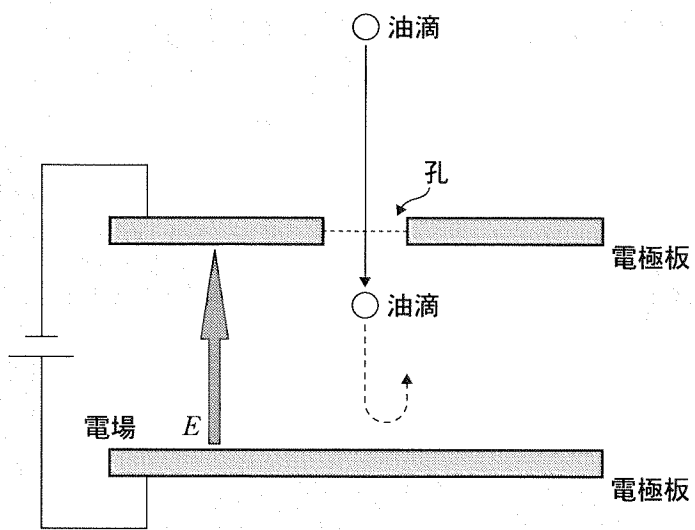


图 7

化学基礎・化学

注意 必要があれば、以下の数値を用いなさい。

各原子の原子量：H = 1.01, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0, Na = 23.0,

Cl = 35.5

気体定数 $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$

I 以下の問いに答えなさい。設問中の「イオン反応式」とは、電子(e^-)を含むイオン反応式である。また、問3から問6で用いる電極は両極とも炭素棒とする。

問1 次の化合物を適当な濃度で水溶液とし、それを電気分解した時に陽極と陰極で起こる反応を、イオン反応式で示しなさい。ただし、電極は両極とも白金を用いるものとする。

(ア) 塩化銅(II)

(イ) 水酸化ナトリウム

(ウ) ヨウ化カリウム

(エ) 硝酸銀(I)

問2 電気分解で用いる電極は白金のほか、金、炭素(炭素棒)でもよい。しかし、銅や銀は電極としてふさわしくないことがある。その理由を、イオン反応式を用いて、簡潔に説明しなさい。

問3 塩化ナトリウム水溶液を電気分解したときに、電極上に生成する物質を化学式で答えなさい。また、その物質を確認する実験方法を簡潔に説明しなさい。

問 4 塩化ナトリウム水溶液の電気分解の際に，陽極側と陰極側の溶液を陽イオン交換膜で仕切った。この状態で電気分解を行うと陰極側は酸性になるか塩基性になるか答えなさい。また，その理由についてイオン反応式を用いて簡潔に説明しなさい。

問 5 塩化ナトリウムを融解させ，電気分解を行った。陽極と陰極で起こる反応を，イオン反応式で示しなさい。

問 6 問 5 で，陰極に発生した物質の質量は 3.45 g であった。この時，陽極で発生した物質の質量を求めなさい。

Ⅱ 以下の問いに答えなさい。

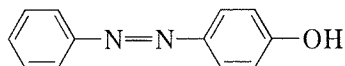
問 1 酸化亜鉛と黒鉛(グラファイト)は、それぞれ白色顔料、黒色顔料の一つである。酸化亜鉛と黒鉛の組成式をそれぞれ答えなさい。

問 2 クロム酸鉛(Ⅱ)は絵の具でも用いられているが、その組成式と色を答えなさい。

問 3 硝酸銀(Ⅰ)水溶液に、塩化ナトリウム水溶液を混合したときの化学反応式を答えなさい。また、このとき生じる沈殿物の色を答えなさい。

問 4 問 3 で生じた沈殿物に太陽光を当てると色が変化した。このときの変化を化学反応式で答えなさい。また、変化後の色を答えなさい。

問 5 以下に示す化合物は橙赤色の染料であるが、この中に含まれる官能基がその発色原因とされている。その官能基はどこか、解答欄中の構造式に○で囲むことで答えなさい。また、その官能基の名称を答えなさい。



問 6 アニリンを硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液で酸化させたときに生じる物質の名称とその色を答えなさい。

Ⅲ 次の文章を読み、以下の問いに答えなさい。

エタノールと濃硫酸の混合物を(あ)℃に加熱すると、分子間脱水が起こり、(い)が得られる。また、エタノールと濃硫酸の混合物を(う)℃に加熱すると、分子内脱水が起こり、(え)が得られる。

2-ブタノールを分子内脱水したとき、(お)と(か)の2種類の物質が生成する。このうち、(か)には異性体^①が存在する。

問1 (あ)から(か)に最も適切な温度または化合物名を、次の語群からそれぞれ選びなさい。

80~90, 130~140, 160~170, エタン, エチレン, アセチレン, 酢酸, ジエチルエーテル, ブタン, 1-ブテン, 2-ブテン, 1-ブチン, 2-ブチン

問2 下線部①で示すすべての異性体の構造式と名称を書きなさい。

問3 次の化学式で表される4種類の芳香族化合物(C_6H_6O , $C_7H_6O_2$, $C_6H_5O_2N$, C_6H_7N)を含むジエチルエーテル溶液がある。この溶液について、図1のような操作を行った際、AからDの各層にはそれぞれ異なる芳香族化合物が含まれていた。AからDの各層に含まれる化合物の構造式を書きなさい。

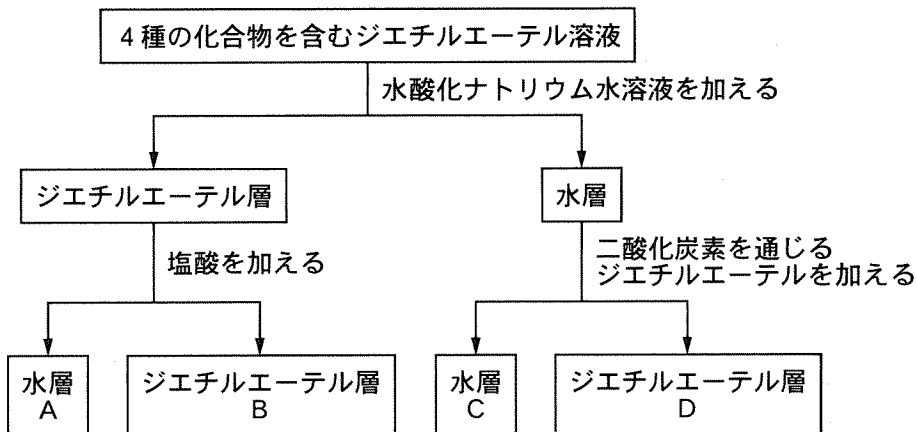


図1

生物基礎・生物

I 以下の文章を読み、問いに答えなさい。

真核生物の細胞は、一般的に原核生物の細胞より大きく、細胞内にさまざまな細胞小器官がある。ミトコンドリアは細胞小器官の1つで、エネルギーをつくる場として重要なはたらきをしている。ミトコンドリアは、原核生物の細胞が異なる生物種の細胞内に共生して生じた細胞小器官であると考えられている。^①

問 1 真核生物の細胞は、原核生物の細胞と異なる特徴を持っている。原核生物の細胞にはない真核生物の細胞共通の特徴として最も適切なものを次のAからCの中から1つ選び、記号で答えなさい。

- A. 細胞膜を持つ
- B. 細胞壁を持つ
- C. 核膜に包まれた核を持つ

問 2 ミトコンドリア同様、葉緑体も細胞内共生により生じた細胞小器官と考えられている。ミトコンドリアと葉緑体の両方に共通する特徴のうち、共生により生じたとする説を支持する特徴を2つ答えなさい。

問 3 ミトコンドリアが中心的な役割を果たす、エネルギーをつくる代謝を何と
いうか。最も適切なものを次のAからCの中から1つ選び、記号で答えなさい。

- A. 呼吸
- B. 光合成
- C. 化学合成

問 4 問 3 で解答したエネルギーをつくる代謝は，細胞質基質で行われる解糖系を含む。解糖系とアルコール発酵，筋肉における解糖の 3 つを比較し，共通点とそれぞれの相違点をあわせて 100～150 字で説明しなさい。

問 5 下線部①の細胞がミトコンドリアを獲得したことには，どのような利点があるか。40～80 字で説明しなさい。

Ⅱ 以下の文章を読み、問いに答えなさい。

減数分裂は、有性生殖において配偶子をつくる過程で起こる特殊な細胞分裂である。減数分裂の第一分裂前期では、相同染色体同士が(1)する。その際、染色体の一部がX字状に交わるキアズマと呼ばれる部分ができ、染色体の一部が交換される場合がある。この現象を染色体の(2)という。その結果、染色体が持つ遺伝子の組み合わせが減数分裂前とは異なったものになる。これを遺伝子の組換えという。

ある植物には、花が紫色になるものと赤色になるものが存在する。また、花粉が長形になるものと、丸形になるものが存在する。紫色になる花色の遺伝子Bは赤色になる花色の遺伝子bに対して優性(顕性)である。長形の花粉の遺伝子Lは丸形の花粉の遺伝子lに対して優性(顕性)である。Bとb、Lとlはそれぞれ対立遺伝子であり、B(またはb)とL(またはl)は連鎖しているとする。遺伝子型がBBllの個体とbbLLの個体を交配しF₁世代を得た(図1)。このF₁世代に対し、遺伝型がbbllの個体を交配して次の世代Aを得たのち、世代Aの表現型の分離比を調べたところ、紫色花長形花粉：紫色花丸形花粉：赤色花長形花粉：赤色花丸形花粉＝8：1：1：8であった。

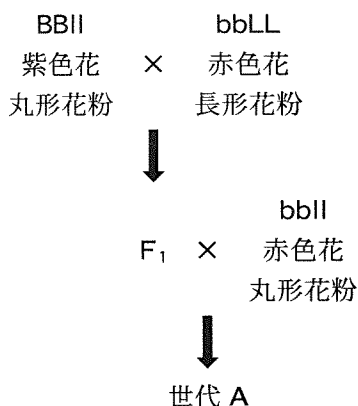


図1 ある植物の交配の過程

問 1 文章中の(1), (2)に入る最も適切な語を答えなさい。

問 2 花色の遺伝子と花粉の形の遺伝子の間の組換え価を小数点第一位まで求めなさい。

問 3 仮に遺伝子 B と l, b と L がそれぞれ連鎖しており, 相同染色体間で遺伝子の組換えが生じないとした場合, F_1 世代同士を交配した時に得られる F_2 世代の表現型の分離比を求めなさい。

問 4 減数分裂の際に遺伝子の組換えが起こることにより, 世代交代の過程で様々な表現型の個体が生じる。このことは, 種の存続にとってどのような利点があるか。20~50 字で説明しなさい。

Ⅲ 以下の文章AおよびBを読み、問いに答えなさい。

A. 図2は陸上植物の系統関係を示した系統樹である。系統関係を参考にしながら、以下の設問に答えなさい。

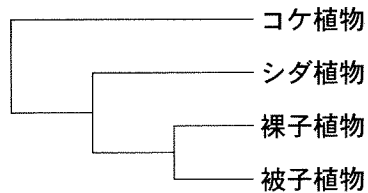


図2 陸上植物の系統

問1 苔植物、シダ植物、裸子植物、被子植物について、以下のような特徴を有する解答欄の植物すべてに○をつけなさい。

- 1) 種子をつくる植物
- 2) 維管束をもつ植物
- 3) 子房をもつ植物

問2 被子植物には重複受精を行うという他の植物にはない特徴がある。重複受精について、以下のキーワードをすべて用いて30～50字で説明しなさい。

キーワード：精細胞，卵細胞，中央細胞

B. 動物の個体群において、単位空間あたりの個体数を個体群密度という。個体群密度は、個体の形態や行動等に影響を及ぼすことが知られており、これを密度効果と呼ぶ。バッタ類で良く知られる相変異は密度効果の一例である。

問 3 生息環境が適したものであれば、個体群は成長し個体群密度は次第に高くなる。個体群密度が高くなった場合にどのようなことが起こる可能性があるか。以下のキーワードをすべて用いて 30～50 字で説明しなさい。

キーワード：種内競争，出生率，死亡率

問 4 相変異について、トノサマバッタなどのバッタ類の孤独相と群生相の形態的特徴を、翅(はね)の長さの後肢(うしろあし)の長さについて、それぞれ解答欄に記入しなさい。

数学Ⅰ・数学Ⅱ・数学A・数学B

以下の「数学」(26～33 ページ)は食農学類の問題です。

共生システム理工学類の「数学」は1～8 ページにあります。

I 以下の問いに答えなさい。

(1) 次の値を求めなさい。

$$\sqrt{\left(\frac{115}{226} - \frac{157}{312}\right)^2} + \sqrt{\left(\frac{111}{226} - \frac{157}{312}\right)^2}$$

(2) 3つの数

$$4^{-2+\log_2 3}, \log_{16} 8, \sin 75^\circ$$

を小さい方から順に、不等号をもちいて表しなさい。

このページは、計算・下書きに利用してください。

Ⅱ 原点 O と座標平面上の 2 点 $A(30, 10)$, $B(5, 25)$ に対し, 線分 OB の中点を点 C , 線分 OA を $t:1-t$ ($0 < t < 1$) に内分する点を D とする。また, 直線 BD と直線 AC の交点を E とするとき, 以下の問いに答えなさい。

- (1) \overrightarrow{OD} を t および \overrightarrow{OA} をもちいて表しなさい。
- (2) \overrightarrow{OA} と \overrightarrow{OB} の内積 $\overrightarrow{OA} \cdot \overrightarrow{OB}$ を求めなさい。
- (3) $\overrightarrow{BD} \cdot \overrightarrow{OA} = 0$ であるとき, t の値を求めなさい。
- (4) $\overrightarrow{BD} \cdot \overrightarrow{OA} = 0$ であるとき, 点 E の座標を求めなさい。
- (5) $\overrightarrow{BD} \cdot \overrightarrow{OA} = 0$ であるとき, 三角形 ODE の面積を求めなさい。

このページは、計算・下書きに利用してください。

Ⅲ A, Bの二人がそれぞれ1個のさいころを3回投げ, 3つの出た目を使って3桁の自然数をつくる。Aは1回目に出た目を百の位, 2回目に出た目を十の位, 3回目に出た目を一の位の数として3桁の自然数をつくる。Bは出た3つの目を百の位, 十の位, 一の位のいずれかとする3桁の自然数のうち最大となる数をつくる。このとき, 次の問いに答えなさい。

- (1) Aのつくることのできる3桁の自然数は何個あるか答えなさい。
- (2) Bのつくることのできる3桁の自然数は何個あるか答えなさい。
- (3) Bの1回目に出た目が2であったとき, Bのつくる3桁の自然数が226より小さくなる確率を求めなさい。
- (4) Aの1回目と2回目に出た目がそれぞれ5と4であり, Bの1回目に出た目が4であったとき, Bのつくる3桁の自然数がAのつくる3桁の自然数より大きくなる確率を求めなさい。

このページは、計算・下書きに利用してください。

IV 座標平面上に曲線 $C: y = x^2 + 4$ と点 $A(2, -1)$ がある。このとき、次の問いに答えなさい。

- (1) 点 A から曲線 C に引いた接線の方程式を 2 個求めなさい。
- (2) 曲線 C と(1)で求めた 2 個の接線が囲む図形の面積 S_1 を求めなさい。
- (3) 曲線 C 上の x 座標が -3 である点を B とする。点 B を通る直線 l は(1)で求めた 2 個の接線のうち傾きの絶対値が小さいものと平行であるとする。このとき、曲線 C と直線 l の囲む図形の面積 S_2 を求めなさい。

このページは、計算・下書きに利用して下さい。

