

令和 5 年度 A O 入 試 問 題 集 (歯学部)

公表期限：2026 年 3 月末

東北大学アドミッション機構

令和 5 年度（2023 年度）東北大学

AO 入試（総合型選抜）Ⅱ期

筆記試験①問題

令和 4 年 11 月 5 日

志願学部	試験時間	ページ数
歯学部	9:30~10:50 (80分)	6ページ

注意事項

1. 試験開始の合図があるまで、この「問題冊子」、「解答用紙」を開いてはいけません。
2. この「問題冊子」は6ページあります。ページの脱落、印刷不鮮明の箇所などがあった場合には申し出てください。ホチキスは外さないでください。
3. 「問題冊子」の他に、「解答用紙」、「メモ用紙」を配付します。
4. 解答は、必ず黒鉛筆（シャープペンシルも可）で記入し、ボールペン・万年筆などを使用してはいけません。
5. 「解答用紙」の受験記号番号欄（1枚につき1か所）には、忘れずに受験票と同じ受験記号番号をはっきりと判読できるように記入してください。
6. 解答は、必ず「解答用紙」の指定された箇所に記入してください。
7. 試験終了後は「解答用紙」を回収しますので、持ち帰ってはいけません。「問題冊子」、「メモ用紙」は持ち帰ってください。

1

以下の問いに答えよ。

- (1) 4^{21} を 25 で割った余りを求めよ。
- (2) 白玉 5 個と黒玉 10 個の合わせて 15 個すべてを、左から右へ横 1 列に並べる。
白玉が 2 個以上つづかないように並べたとき、その並び方は全部で何通りあるか。
- (3) $0 \leq t \leq 3$ の範囲にある t に対し方程式

$$x^2 - 4 + t = 0$$

の実数解のうち、大きい方を $\alpha(t)$ 、小さい方を $\beta(t)$ とおく。

$$\int_0^3 \{\alpha(t) - \beta(t)\} dt$$

の値を求めよ。

- 2 平面上に $OA = 1$, $OB_1 = \sqrt{2}$, $\angle AOB_1 = \frac{\pi}{4}$ である三角形 OAB_1 をとる。
さらに, 点 B_n を

$$\overrightarrow{B_1B_n} = (n-1)\overrightarrow{OA} \quad (n = 2, 3, 4, \dots)$$

となるようにとる。

このとき, 点 B_1 を通り直線 OB_n に垂直な直線と直線 OB_n の交点を点 C_n とする。

$\overrightarrow{OA} = \vec{a}$, $\overrightarrow{OB_1} = \vec{b}$ とするとき, 次の問いに答えよ。

- (1) $\overrightarrow{OC_n}$ を n , \vec{a} , \vec{b} を用いて表せ。
- (2) $|\overrightarrow{B_1C_n}|$ を n を用いて表せ。
- (3) $\angle B_nB_1C_n = \theta_n$ とする。 $\cos \theta_n$ を n を用いて表せ。
- (4) $\frac{|\overrightarrow{B_nC_n}|}{|\overrightarrow{B_1C_n}|}$ を n を用いて表せ。

3

xy 平面上で次の不等式をみたす点 (x, y) の表す領域を E とする。

$$\log_3(x+2) - \frac{1}{2} \leq \log_3 y \leq \log_9(4-x^2)$$

次の問いに答えよ。

(1) E を図示せよ。

(2) 点 (x, y) を E 内の点とすると、 $\frac{y+2}{x-6}$ の最小値を求めよ。

令和 5 年度（2023 年度）東北大学


A O 入試（総合型選抜）Ⅱ期

筆記試験② 封筒

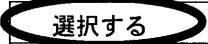
令和 4 年 11 月 5 日

志願学部	試 験 時 間	問題冊子数
歯 学 部	13 : 00 ~ 14 : 20 (80 分)	3 冊


注 意 事 項

- 試験開始の合図があるまで、この封筒を開いてはいけません。
- この封筒には、「問題冊子」3冊、「解答用紙」3種類、「メモ用紙」1冊が入っています。
- 筆記試験②は、＜選択問題 1＞、＜選択問題 2＞、＜選択問題 3＞の 3 冊からなります。
※ ＜選択問題 1～3＞のうちから 2 つを選択し、解答してください。 2 つ選択しなかった場合は、失格となります。
※ ＜選択問題＞の解答用紙 1 枚目の所定の欄に、選択の有無を  で囲んでください。

選択する場合：

 選択する
選択しない

選択しない場合：

選択する
 選択しない

- ページの脱落、印刷不鮮明の箇所などがあった場合には申し出てください。問題冊子のホチキスは外さないでください。
- 解答は、必ず黒鉛筆（シャープペンシルも可）で記入し、ボールペン・万年筆などを使用してはいけません。
- 「解答用紙」は 1 枚につき 1 か所の所定の欄に、忘れずに受験票と同じ受験記号番号をはっきりと判読できるように記入してください。選択しない問題の解答用紙にも受験記号番号を記入してください。
- 解答は、必ず「解答用紙」の指定された箇所に記入してください。
- 試験終了後は、「解答用紙」は全て回収しますので持ち帰ってはいけません。
本封筒、「問題冊子」及び「メモ用紙」は持ち帰ってください。

令和 5 年度（2023 年度）東北大学

AO入試（総合型選抜）Ⅱ期

筆記試験②

<選択問題 1>

令和 4 年 11 月 5 日

志願学部	試 験 時 間	ページ数
歯 学 部	13 : 00～14 : 20 (80 分)	12 ページ

——このページは白紙——

1

ばね定数 k 、自然の長さ L の軽いばねと、質量 m の小物体がある。ばねは直線状に伸縮し、重力や空気抵抗の影響はないものとする。次の問 1～問 7 に答えよ。解答は、結果だけでなく、考え方や計算の過程も示せ。

図 1 のようにばねの一端を壁に固定し、他端に小物体を取り付け、小物体に力を加えてばねの長さを ℓ だけ伸びた状態にした。

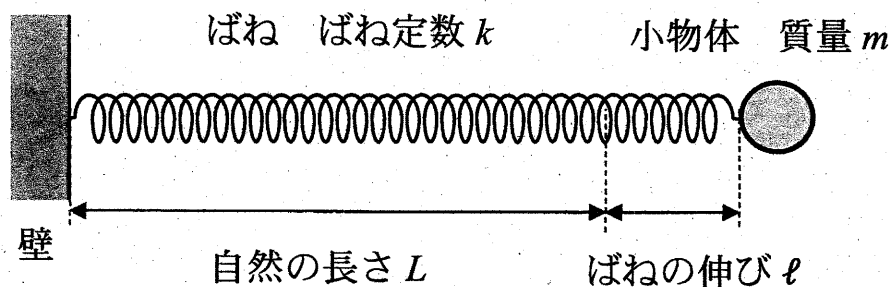


図 1

問 1 ばねの長さが ℓ だけ伸びた状態のときのばねの弾性力の大きさ F と、ばねの伸びが ℓ から 0 まで変化する間に弾性力のする仕事 W を、 k 、 ℓ を用いて表せ。

問 2 小物体を静かに放すと小物体は動き出した。小物体が自然の長さの位置にきたときの速さ v_0 を、 k 、 ℓ 、 m を用いて表せ。

次に、小物体を2等分して質量を $\frac{m}{2}$ とし、軽いばねも2等分して長さを $\frac{L}{2}$ として、図2のように、小さく軽い留め具でばねを並列にして小物体を両端に取り付けた。左側の小物体をA、右側の小物体をB、重心をGとする。

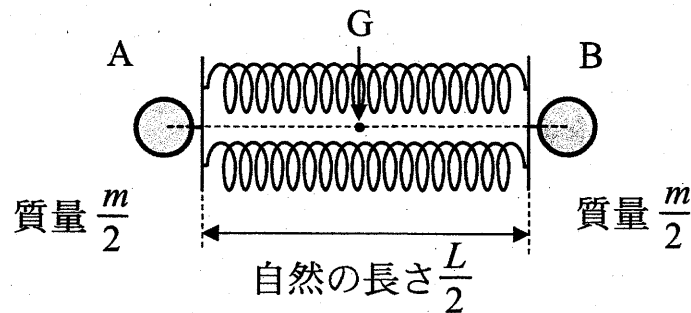


図2

問3 ばね定数 k のばねを2等分し並列につないだばねの合成ばね定数 k' を、 k を用いて表せ。

問4 小物体AとBを持ってばねの長さをわずかに自然の長さから伸ばして、小物体AとBを同時に静かに放したら、重心Gを中心に小物体AとBはどちらも同じ角振動数で単振動をした。このときの角振動数 ω を、 k 、 m を用いて表せ。

次に、小物体を n 等分して 1 つ当たりの質量を $\frac{m}{n}$ にし、ばね定数 k のばねも n 等分して長さを $\frac{L}{n}$ として、図 3 のように n 個の小物体と n 個のばねを正 n 角形になるように接続した。図 3 では n 個の小物体とばねの一部のみを描いている。それぞれの小物体について、つり合いの位置を原点 O として、中心 C から外に向く方向を正として x 軸を取る。また、すべての小物体はそれぞれの x 軸上のみを運動するものとし、同じ時間にすべての小物体が同じ x 座標となるように運動する場合のみを考える。

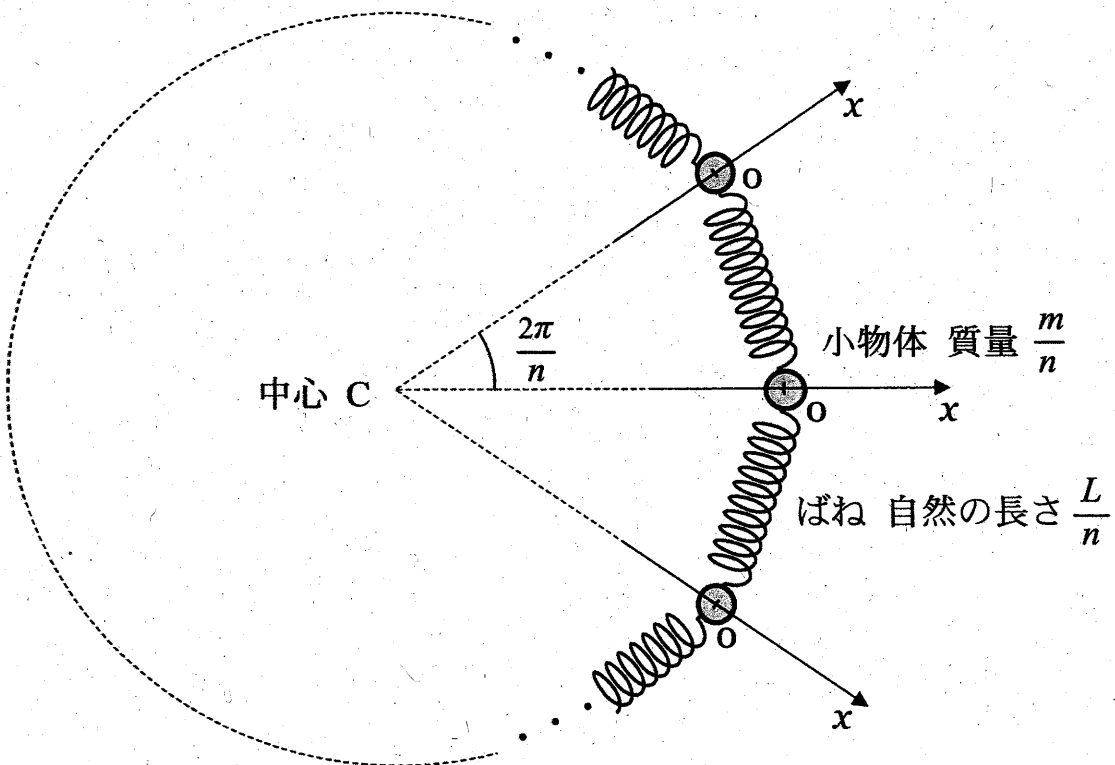


図 3

問5 1つの小物体に着目し、小物体の座標が x のときに、その小物体がばねから受ける合力 F を、 n 、 x 、 k を用いて表せ。なお、角度は単位としてラジアンを用いよ。

問6 すべての小物体を、 x 座標が X となるように変位させて同時に静かに放すと、小物体は原点 O を中心に単振動をした。このとき、原点 O での小物体の速さ v_1 を、 n 、 X 、 k 、 m から必要なものを用いて表せ。

問7 n が十分大きい場合の単振動の周期 T を、 k 、 m を用いて表せ。なお、必要であれば $|\theta|$ が十分小さいときに成り立つ近似式 $\sin \theta \cong \theta$ を用いよ。

2

図1のように、空気中において、長方形の平面ガラスAの上に、Aと同じ形状の平面ガラスBを重ね、一端を点Oでそろえ、他端に厚さ D の金属箔を挟んで、くさび形の空気層をつくった。金属箔の点O側の端の位置を点Pとする。点Oから点Pまでの長さは L である。2つのガラスの真上から波長 λ の単色光を入射し、真上から観察すると、ガラスAの上面とガラスBの下面で反射した光が干渉し、点Oから点Pまでの間に等間隔の平行な干渉縞^{かんしょうじま}が見えた。点Oを原点とし点Oから点Pに向かう方向に位置を表す x 軸を取る。また、空気の屈折率は1.0、ガラスの屈折率は1.5とし、屈折率の小さい媒質を通過してきた光は屈折率の大きい媒質で反射する際に位相が反転する。次の問1～問5に答えよ。解答は、結果だけでなく、考え方や計算の過程も示せ。

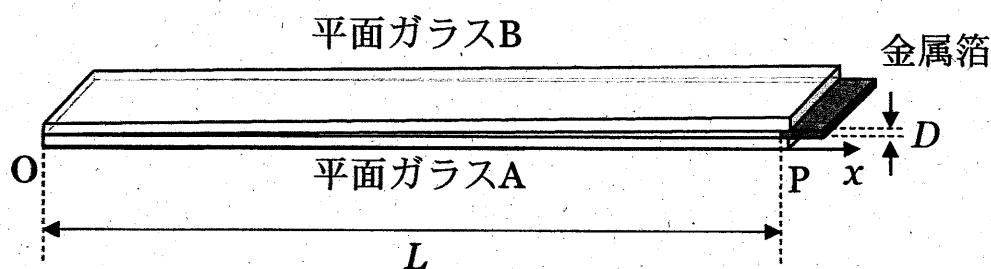


図1

- 問1 反射光が強め合い干渉縞が明るく見えるある位置の空気層の厚さを d とする。 d を自然数 m ($m = 1, 2, 3, \dots$) と λ を用いて表せ。なお、 m には上限があるが考慮しなくてよい。
- 問2 点Oから数えて m 番目に反射光が強め合う位置 x_m ($x_m < L$)を、 L 、 D 、 λ 及び自然数 m ($m = 1, 2, 3, \dots$) を用いて表せ。また干渉縞の間隔 Δx を、 L 、 D 、 λ を用いて表せ。
- 問3 L が 0.18 m 、 λ が $6.3 \times 10^{-7} \text{ m}$ のときの干渉縞の間隔 Δx は $9.1 \times 10^{-3} \text{ m}$ であった。このときの金属箔の厚さ D [m]を求めよ。
- 問4 空気層を屈折率 n ($1.0 < n < 1.5$) の液体で満たしたら、干渉縞の間隔が変化し $\Delta x'$ になった。 $\Delta x'$ を、 L 、 D 、 λ 、 n を用いて表せ。

次に、平面ガラス B を、わずかにゆがんだ同じ形のガラス C に置き換えた。ガラスの真上から単色光を入射し、真上から観察すると、図 2 のような干渉縞が観察された。

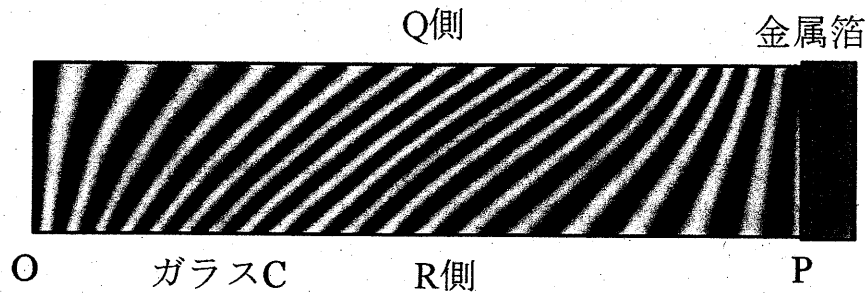


図 2

問 5 ガラス C の Q 側と R 側の下面（平面ガラス A 側）のゆがみの特徴を、理由とともに簡潔に説明せよ。

- 3 図1のように、 x 軸と y 軸を取り、長さ L の細いパイプを y 軸に平行にして一端を x 軸上に置き、その中に電気量 q ($q > 0$) に帯電した質量 m の小物体を入れ、 $y = L$ にある他端に間隔 d の2枚の薄い平面極板でできた平行板コンデンサーをパイプと一体となるように取り付けた。一体となったパイプと平行板コンデンサーは質量が M で、 x 軸に沿ってのみ滑らかに平行に動くことができる。小物体はパイプの内壁に沿って滑らかに動くことができ、パイプと平行板コンデンサーの接続点の小さな穴を通してパイプと平行板コンデンサーの極板間を自由に行き来することができる。

平行板コンデンサーには電荷が蓄えられており、極板間には強さ E の一様な電場（電界）が y 軸の負の向きに生じている。また、 $0 \leq x$ かつ $0 \leq y \leq L$ の領域には磁束密度 B ($B > 0$) の一様な磁場（磁界）が紙面に対して垂直に表から裏向きにかかっている。

初め、パイプと平行板コンデンサー及び小物体は $x < 0$ の領域を x 軸の正の向きに一定の速さ v_x で動いていた。このとき、小物体の y 座標は 0 で速度の y 成分も 0 であった。

小物体は xy 平面内のみを運動し一連の運動の間に電気量は変化することはないものとし、パイプは磁場や小物体の電荷の影響を受けないものとする。さらに、平行板コンデンサーの極板の厚さは無視できるものとし、重力や空気抵抗の影響はないものとする。次の問1～問6に答えよ。解答は、結果だけでなく、考え方や計算の過程も示せ。

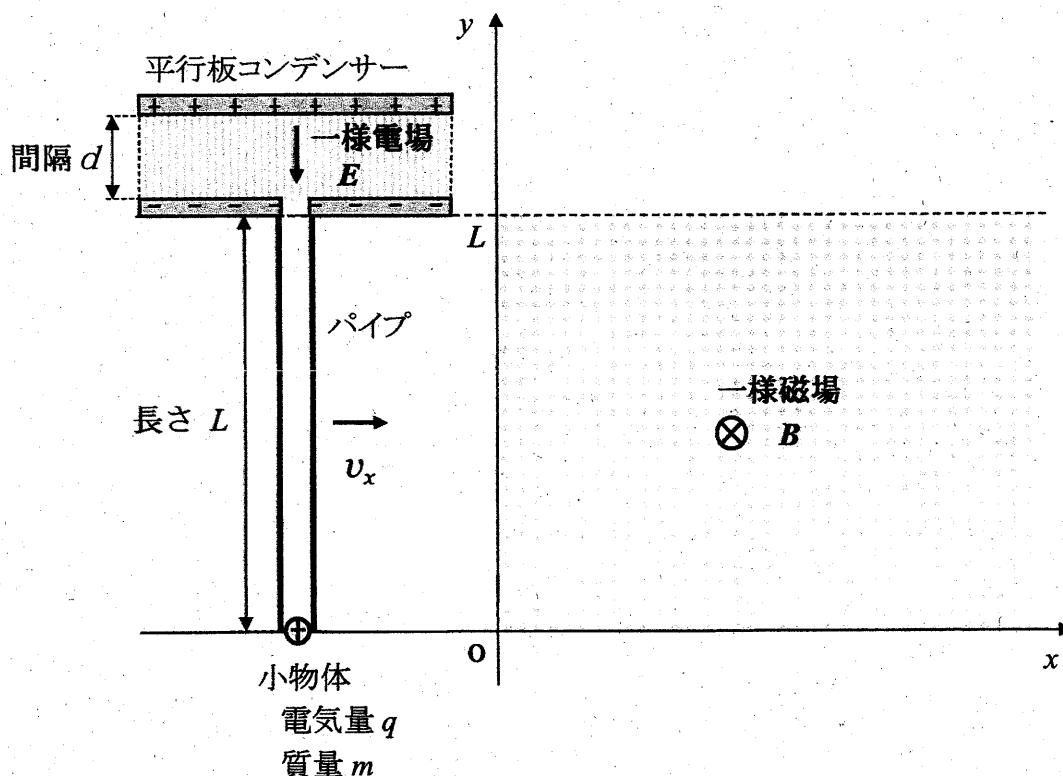


図1

パイプと平行板コンデンサー及び小物体は、時間 $t=0$ でちょうど $x=0$ を x 軸の正の向きに速さ v_x で通過し、電気量 q に帯電した小物体は速度と磁場の両方に垂直な y 軸の正の向きに $qv_x B$ の大きさの力を磁場から受け始めた。このような力をローレンツ力という。その後、パイプに外力を加えて一定の速さ v_x で動かし続けた。小物体が磁場から受ける力によりパイプの内壁に沿って y 座標の正の向きに動き始めてからパイプの出口に到達するまでの、 y 座標が $0 \leq y \leq L$ の間について考える。

問 1 小物体の速度の y 成分の大きさが v_y のときの、ローレンツ力の成分 (f_x, f_y) と大きさ f を、 q, v_x, v_y, B の中から必要なものを用いて表せ。

問 2 小物体の、時間 t における v_y と y を、 q, v_x, B, m, t を用いて表せ。

問 3 パイプを x 軸の正の向きに一定の速さ v_x で動かすために必要な外力の大きさ F を、 q, v_x, B, m, t を用いて表し、その向きを答えよ。

問 4 小物体がパイプの出口から飛び出す直前の速度の y 成分の大きさ V_y を、 q, v_x, B, m, L を用いて表せ。

パイプから飛び出た小物体は、平行板コンデンサーの極板間の一様電場（強さ E ）内に入射した。

問 5 小物体は電場の中を運動し、正に帯電した極板に衝突する直前にちょうど速度の y 成分が瞬間的に 0 になった。このときの d を、 q 、 E 、 m 、 V_y を用いて表せ。

その後、速さ v_x で動いていたパイプと平行板コンデンサー（一体としての質量 M ）に外力がはたらかない状態にして、小物体が電場で加速されパイプ内に再度入射してパイプに力を及ぼし、ある瞬間にパイプの途中でパイプに対して静止した。

問 6 小物体がパイプに対して静止した瞬間に、 x 軸に沿って動いていたパイプと平行板コンデンサーの速さ v'_x を、 q 、 B 、 L 、 m 、 M 、 v_x を用いて表せ。

令和 5 年度（2023 年度）東北大学

AO入試（総合型選抜）Ⅱ期

筆記試験②

<選択問題 2>

令和 4 年 11 月 5 日

志願学部	試 験 時 間	ページ数
歯 学 部	13 : 00～14 : 20 (80 分)	10 ページ

———このページは白紙———

1 次の問1から問7に答えなさい。

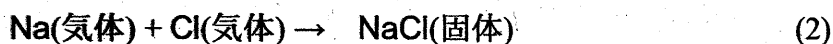
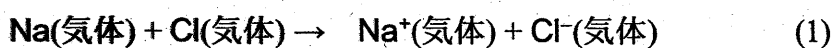
問1 次の(1)から(6)に示す物質の分離・精製操作に用いられる方法の名称として、最も適切なものを、下の(ア)から(キ)より1つずつ選び、解答欄(1)から(6)にその記号を書きなさい。

- (1) 少量の炭酸カリウムを不純物として含む炭酸ナトリウムを精製する。
- (2) すりつぶしたゴマからヘキサンを使ってゴマ油を取り出す。
- (3) 液体空気から窒素、酸素、アルゴンを分離する。
- (4) ヨウ素と塩化ナトリウムの混合物からヨウ素を取り出す。
- (5) 海水から純粋な水を取り出す。
- (6) サインペンのインクから異なる色の色素を分離する。

方法

(ア) 抽出 (イ) 昇華 (ウ) ろ過 (エ) 蒸留 (オ) 分留
(カ) クロマトグラフィー (キ) 再結晶

問2 ナトリウム原子のイオン化エネルギーは 496 kJ/mol 、塩素原子の電子親和力は 349 kJ/mol 、塩化ナトリウムの格子エネルギーは 788 kJ/mol である。次の反応(1)および反応(2)は発熱反応か、吸熱反応か。下の表から正しい組み合わせを1つ選び、その記号(カタカナ)を解答欄に書きなさい。なお、格子エネルギーは、結晶格子を個々の陽イオンと陰イオンに分解するのに要するエネルギーである。



	反応(1)	反応(2)
ア	発熱	発熱
イ	発熱	吸熱
ウ	吸熱	発熱
エ	吸熱	吸熱

問 3 次の4つの第3周期元素を、原子半径の大きい順に左から右に並べ、それぞれ元素記号で書きなさい。

アルミニウム

塩素

ナトリウム

リン

問 4 次の分子の中から、無極性分子をすべて選び、解答欄にその記号を書きなさい。

(ア) C_2H_4 (エチレン)

(イ) C_3H_6 (プロピレン)

(ウ) H_2O

(エ) NH_3

(オ) CO_2

(カ) CH_3OH

(キ) Br_2

(ク) C_6H_6 (ベンゼン)

(ケ) CH_3Cl

(コ) CCl_4

問 5 イオン結晶に関する次の問いに答えなさい。

- (1) (a)塩化ナトリウム $NaCl$, (b)塩化セシウム $CsCl$ および(c)閃亜鉛鉱型硫化亜鉛 ZnS の結晶中でのイオンの配位数を、それぞれ解答欄(a), (b)および(c)に書きなさい。なお、配位数とは、結晶中で1つの粒子に隣り合って結合している粒子の数のことである。
- (2) フッ化ナトリウムと酸化カルシウムのイオン間距離はほぼ同じである。融点の高い方の化合物の組成式を書きなさい。
- (3) フッ化ナトリウムとフッ化セシウムはどちらも塩化ナトリウム型構造をとっている。融点が低い方の化合物の組成式を書きなさい。

問 6 次の記述のうち、正しいものをすべて選び、解答欄にその記号を書きなさい。

- (ア) ヨウ素は無極性分子であるシクロヘキサンにはほとんど溶けない。
- (イ) ブレンステッド・ローリーの定義によれば、酢酸ナトリウムと水との反応では、水は主に酸として働く。
- (ウ) アンモニア NH_3 よりも、同じ15族元素の水素化合物 PH_3 の方が沸点が高い。
- (エ) 金属結晶である銀は電気伝導性が高く、熱伝導性も高い。
- (オ) 共有結合の結晶であるダイヤモンドは電気伝導性が低く、熱伝導性も低い。
- (カ) 水の酸素原子と過酸化水素の酸素原子の酸化数は同じである。
- (キ) 常圧下で液体の水の密度が最も大きくなるのは $0^\circ C$ のときではない。

問 7 タンパク質を分解したときに発生したアンモニアの量を決定するために、次の実験を行った。下の問(1)から(3)に答えなさい。

実験 1 (a)発生したアンモニアを、アンモニアに対して過剰量の 1.00 mol/L の希硫酸 10.0 mL に吸収させた。反応後の溶液を正確に 100 mL にうすめた。

実験 2 実験 1 でうすめた溶液のうち 10.0 mL を取り、(b)アンモニアと反応せずに残っている硫酸を、 0.100 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液で滴定した。

実験 3 水酸化ナトリウム水溶液を 6.50 mL 加えたところで中和点に達した。

- (1) 下線部(a)の実験操作で起こっている反応を、イオン式を含まない化学反応式で書きなさい。
- (2) 下線部(b)の実験操作で起こっている反応を、イオン式を含まない化学反応式で書きなさい。
- (3) タンパク質から発生したアンモニアの物質量は何 mol か。その数値を有効数字 3 桁で書きなさい。

- 2 図1に示すように、左側の電気分解槽中の硫酸銅(II)水溶液に2本の白金電極を浸し、右側の鉛蓄電池につないで電気分解を行った。次の問1から問6に答えなさい。

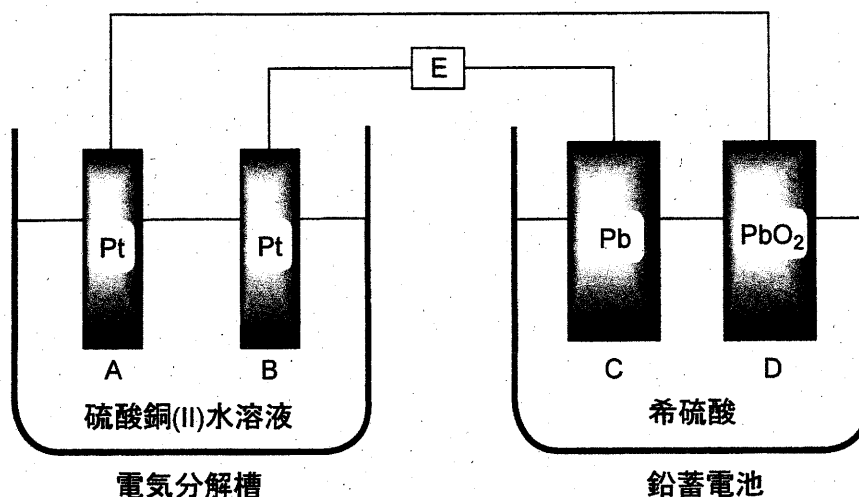


図1

問1 この実験で、電気分解槽中に浸す電極としてマグネシウムを用いることはできない。それは、マグネシウムが硫酸銅(II)水溶液と反応してしまうからである。

- (1) マグネシウムと銅イオンとの間で起こる反応のイオン反応式を書きなさい。
- (2) この反応が起こる理由を30字以内で書きなさい。

問2 図1中の電極A, B, C, Dはそれぞれ次の(ア)から(エ)のいずれかの名称で呼ばれる。電極AからDの各々について、最も適切な名称を選び、その記号をそれぞれ解答欄AからDに記入しなさい。

(ア) 正極 (イ) 陽極 (ウ) 負極 (エ) 陰極

問3 図1において、鉛蓄電池が放電して電気分解槽中で電気分解が起こったときに、電極A, B, C, Dの中で、物質が析出して質量が増加する電極の記号をすべて解答欄に書きなさい。

問4 鉛蓄電池の放電時に電極Cおよび電極D上で起こる化学反応を、それぞれ解答欄(1)および(2)に、電子 e^- を含むイオン反応式で書きなさい。

- 問5 鉛蓄電池の放電時に、(1) 図1のEの位置で、電子はどちらの方向へ流れるか。
また、(2) 電気分解槽の中で気体はどちらの電極付近で発生するか。下表の(ア)から(エ)の中で正しい組み合わせの記号を解答欄に書きなさい。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
(1) 電子の流れる方向	右から左へ	右から左へ	左から右へ	左から右へ
(2) 気体が発生する電極	A	B	A	B

- 問6 図1の装置を用いて、一定時間硫酸銅(Ⅱ)水溶液の電気分解を行ったところ、電気分解槽の一方の電極上では銅が析出し、もう一方の電極上では二原子分子の気体が発生した。一方の電極上に析出した銅の質量は19.1 gであった。銅の原子量を63.6、ファラデー定数を $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ として、次の問(1)および問(2)に答えなさい。必要なら、標準状態での圧力 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ 、気体定数 $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{mol} \cdot \text{K})$ を用いなさい。

- (1) Eの位置を流れた電気量は何Cか。その数値を有効数字3桁で解答欄(a)に書きなさい。また、計算過程を解答欄(b)に書きなさい。
- (2) 電極上で発生した気体の標準状態での体積は何Lか。その数値を有効数字3桁で解答欄(a)に書きなさい。また、計算過程を解答欄(b)に書きなさい。なお、発生した気体は理想気体として取り扱えるものとする。

3 油脂やそれに関連する物質に関する次の文章を読み、下の問 1 から問 6 に答えなさい。

大豆油やオリーブ油のような油脂に水酸化ナトリウム水溶液を加えて熱すると、グリセリン (1,2,3-プロパントリオール) と脂肪酸ナトリウム (セッケン) が生じる。この塩基によるエステル分解反応をけん化という。セッケンは、疎水性の炭化水素基 R と親水性の原子団 COO^-Na^+ とからできており、^(a)セッケンを水に溶かすと、その一部が ア して弱塩基性を示す。

脂肪酸などの酸とアルコールが縮合してエステルが生成する反応をエステル化という。一方、エステルに多量の水を加えて放置すると、エステル化の逆反応が徐々に起こる。この反応も ア とよばれる。

疎水性と親水性の 2 つの部分を持ち、水と油をなじませる働きをする物質を イ という。セッケンのような イ を水に溶かすと、疎水性部分を内側に、親水性部分を外側に向けた球状の粒子をつくる。この粒子を ウ という。^(b)水に不溶な油を イ とともに水に入れて振ると、油と イ は結びついて微細な小滴をつくり、水中に分散する。この現象を エ という。イ はこの現象によって洗浄作用を示す。^(c)セッケンは、硬水中では泡立ちが悪くなり、洗浄力が低下する。

問 1 空欄 ア から エ に入る最も適切な語句を、それぞれ解答欄 ア から エ に記入しなさい。

問 2 グリセリンを過剰量の硝酸と反応させると、グリセリンの硝酸エステル (ニトログリセリン) が生じ、これは火薬や爆薬に用いられる。

- (1) ニトログリセリンの分子式を書きなさい。
- (2) ニトログリセリンが爆発すると、窒素、二酸化炭素、酸素および水のみが生成する。この反応の化学反応式を書きなさい。

問 3 下線部(a)で起こる反応のイオン反応式を書きなさい。その際、脂肪酸ナトリウム (セッケン) の陰イオン部分は、炭化水素基を R とした示性式 RCOO^- で表しなさい (ナトリウムイオンは書かなくてよい)。

問 4 下線部(b)の現象によって生じる小滴を模式図で表しなさい。イ の疎水性部分を R で、親水性部分を X で表し、それらを線で結んだ記号 R—X を イ の記号として用いなさい。模式図中には、必ず水と油の文字、および記号 R—X を書きなさい。

問 5 下線部(c)の現象が起こるのはなぜか。理由を 30 字程度で解答欄に書きなさい。

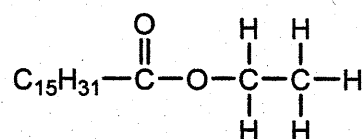
問 6 同一の炭素数をもつ 1 種類の飽和脂肪酸および 1 種類の不飽和脂肪酸を 1:2 の比で構成成分として含む油脂がある。この油脂は 1 個の不斉炭素原子をもち、分子式は $C_{57}H_{102}O_6$ (分子量 882) である。この油脂をヨウ素 I_2 で処理すると、油脂 1 mol 当たり最高 4 mol の I_2 を吸収した。次の問(1)および(2)に答えなさい。

(1) 水酸化カリウム KOH の式量を 56 として、この油脂のけん化価を有効数字 2 桁で求め、解答欄に書きなさい。なお、けん化価は、1 g の油脂をけん化するのに必要な KOH の質量 (mg 単位) の数値である。

(2) 右図にならって、この油脂の構造式を書きなさい。その際、油脂のカルボニル基に結合している炭化水素基の部分は C_nH_m (n, m にそれぞれ整数を入れる) のように書きなさい。不斉炭素原子には*印をつけなさい。

構造式の書き方の例

パルミチン酸エチル



令和 5 年度（2023 年度）東北大学

AO入試（総合型選抜）Ⅱ期

筆記試験②

<選択問題 3>

令和 4 年 11 月 5 日

志願学部	試 験 時 間	ページ数
歯 学 部	13 : 00～14 : 20 (80 分)	13 ページ

B1245

1 次の文章を読み、問 1 から問 11 に答えよ。

遺伝子組換えイネを作出する場合、イネの種子からカルスとよばれる培養細胞を誘導し、そのカルスにあらかじめ導入したい遺伝子をもたせた①ある種の細菌を感染させる。すると、その細菌が遺伝子をイネのカルスに導入する。その後、細菌を感染させて遺伝子を導入したカルスを培養し、植物体を再分化させることにより、遺伝子組換えイネを作出する。

この技術を用いて、イネの遺伝子 X の突然変異体 (x 突然変異体) に野生型の遺伝子 X を導入した。②遺伝子を導入していないカルスからは表皮をもたないイネが再分化したが、遺伝子 X を導入したカルスからは、正常な形態のイネが再分化した。③遺伝子 X から 1 塩基あるいは連続した 2 塩基を欠失させた遺伝子を導入した場合は、表皮をもたないイネが再分化したが、連続した 3 塩基を欠失した遺伝子を導入した場合は、野生型遺伝子を導入した場合と同様に正常な形態のイネが再分化した。野生型の遺伝子 X を導入して再分化したイネからは自家受粉により種子を得た。

問 1 下線部①の細菌の名称を記せ。

問 2 下線部②の結果から考えられる遺伝子 X がもつ機能を簡潔に記せ。

問 3 下線部③に関して、このような結果になった理由としてどのようなことが考えられるか、記せ。

問 4 導入した遺伝子 X が、変異した x 遺伝子と完全に連鎖した染色体上の位置にのみ導入された場合、再分化個体から自家受粉により得られた種子を多数播種すると、野生型と突然変異体の表現型を示す個体はどのような割合で現れるか、記せ。ただし、遺伝子 X は 1 か所のみを導入されたものとする。

問 5 導入した遺伝子 X が、変異した x 遺伝子とは異なる染色体に導入され

た場合，再分化個体から自家受粉により得られた種子を多数播種すると，野生型と突然変異体の表現型を示す個体はどのような割合で現れるか，記せ。ただし，遺伝子 X は 1 か所のみに導入されたものとする。

問 6 野生型の遺伝子 X が 2 か所に導入され，1 か所が x 遺伝子と完全に連鎖した染色体上の位置で，もう 1 か所が x 遺伝子とは異なる染色体の場合，自家受粉により得られた種子を多数播種すると，野生型と突然変異体の表現型を示す個体はどのような割合で現れるか，記せ。

問 7 野生型の遺伝子 X が 2 か所に導入され，導入された 2 か所と x 遺伝子の位置のすべてが異なる染色体の場合，自家受粉により得られた種子を多数播種すると，野生型と突然変異体の表現型を示す個体はどのような割合で現れるか，記せ。

問 8 遺伝子 X の 2 本鎖 DNA の各塩基の数を数えると，アデニン (A) の数はチミン (T) の数と同じであり，シトシン (C) の数はグアニン (G) の数と同じであった。その理由を簡潔に述べよ。

問 9 遺伝子 X から転写された RNA の塩基を調べたところ，チミン (T) が見られなかった。その理由を簡潔に述べよ。

問 10 野生型のイネからゲノム DNA を抽出し，PCR 法により遺伝子 X を増幅したところ，予想される長さの DNA 断片が増幅したが，RNA を抽出し，逆転写した後，同じプライマーを用いて PCR を行ったところ，ゲノム DNA を鋳型とした場合より短い長さの DNA 断片が増幅された。その理由を簡潔に述べよ。

問 11 問 10 で逆転写され PCR により増幅された RNA は，どの種類の RNA か。以下から適切なものを 1 つ選び，記号で答えよ。

ア gRNA (ガイド RNA)

- イ mRNA (伝令 RNA)
- ウ RNAi (RNA 干渉)
- エ rRNA (リボソーム RNA)
- オ tRNA (転移 RNA, 運搬 RNA)

2

次の文章を読み、問 1～問 6 に答えよ。

生物の生存や繁殖には空間、食物、交配相手などの資源が必要である。資源のほとんどは有限なので、それらをめぐる個体間の（ a ）作用、すなわち競争が生じる。競争に有利な個体はより多くの子を次世代に残し、結果としてそのような個体の形質が①自然選択により進化する。個体が自分の遺伝子をどれだけ次世代に残せたかは「適応度」という尺度で表される。

セイヨウミツバチの巣箱を観察したところ、1 匹の女王バチと数万匹のワーカー（働きバチ）、そして約 1000 匹の雄バチが社会生活を営んでいた。この女王バチは 32 本の染色体をもち（ $2n = 32$ ）、異なる集団の 10 匹の雄バチと交尾して精子を貯精囊^{ちよせいのおう}に貯め、必要に応じて受精を行う。また、女王バチは受精卵と未受精卵を生むことができ、前者は雌、後者は雄になる。女王バチとワーカーはともに雌であるが、生育環境や幼虫期に与えられるえさの量と質の違いによって各々に分化する。女王バチはある種のフェロモンを分泌することでワーカーの生殖能力を抑制しているため、女王バチがいなくなった場合、ワーカーは交尾せず、未受精卵を生むようになる。ワーカーは複数の花を訪れて花粉を集め、スクロースを主成分とする花蜜を蜜胃^{みつゐ}に貯めて巣に運ぶ。スクロースはミツバチの体内でグルコースと（ b ）に分解され、これが蜂蜜の成分となる。ワーカーは、蜂蜜を略奪に来た大型哺乳類に針を用いて対抗する。針はいったん刺したら抜けないため、振り払われると腹部の損傷でワーカーは死ぬが、その際に放出される（ c ）フェロモンが、他のワーカーの攻撃行動を誘い、集団の利益となる。このような「自己の不利益にもかかわらず他個体へ利益をもたらす行動」を利他行動とよぶ。利他行動とよばれる行動は自分の繁殖機会を減らし、直接的には適応度を下げる。しかし血縁者は自分と共通する遺伝子をもつので、血縁者の適応度を上げる行動は自分の適応度に間接的な正の効

果をもたらす。このように、血縁関係にある他個体から生じる子も含めて考えた場合の適応度を「包括適応度」とよび、②利他行動により包括適応度が上がれば、その行動は自然選択により進化する。

③利他行動が進化した理由について、ハミルトンは、ハチなどでは自分の親の繁殖を助け、同じ遺伝子を持つ兄弟姉妹を増やすことで、次世代に自分と共通する遺伝子を多く残す戦略をとっていると考えた。そのためには、兄弟姉妹の中でも自分と共通する遺伝子をより多く持つ個体に投資する方が都合がよい。共通の祖先に由来する特定の遺伝子を個体間で共有する確率を「血縁度」とよぶ。

ヒトでは同じ両親から生まれた兄弟姉妹の場合、自分をもつ特定の遺伝子(対立遺伝子)が母親由来である確率は(d)であり、兄弟姉妹間で母親由来の特定の遺伝子を共有する確率は(e)となる。父親由来の遺伝子の場合も同様であるため、兄弟姉妹間の血縁度は(f)となる。一方、ミツバチの女王バチが一匹の雄バチと交尾して新しい集団を作った場合、ワーカー間の血縁度は(g)、ワーカーと母親を同じにする雄バチとの血縁度は(h)となる。

問 1 下線部①について、特に交配相手をめぐる競争ではたらく選択の名称を記せ。

問 2 セイヨウミツバチの雄バチの染色体数として適切なものを 1 つ選び、記号で答えよ。

ア $n = 8$ イ $n = 16$ ウ $n = 32$

エ $2n = 16$ オ $2n = 32$

問 3 文章中の(a)～(h)にあてはまる適切な語句もしくは数値を記せ。

問 4 下線部③のワーカーが行う「利他行動の進化」は、ダーウィンの自然選択では説明できない。その理由を簡潔に説明せよ。

問 5 この巣(集団)から女王バチがいなくなった場合、どのようなことが起こると考えられるか。可能性のあるものをすべて選び、記号で答えよ。

ア ワーカーが生んだ卵から新しい女王バチが育つ。

イ ワーカーの数が徐々に減少する。

ウ 雄バチの数が一時的に増加する。

エ 雄バチの中の一匹が女王バチになる。

問 6 社会性昆虫であるアリのコロニーから産出される繁殖成虫(ワーカーの妹にあたる次世代女王[雌]と弟にあたる雄)の数を比べると、雄の個体数よりも雌の個体数が多い例が知られている。この偏りは、ワーカーが雄幼虫をあまり世話しないことや、雄になる卵を間引くなどの操作をすることによって生じている。繁殖成虫における雄と雌との比率の偏りが、ワーカーの操作によって生じる理由を血縁度にもとづき記せ。ただし、このアリのコロニーは1個体の女王に由来し、その女王は1個体の雄とのみ交尾しているものとする。

3 次の文章を読み、以下の問1～問8に答えよ。

①雄性および雌性の生殖細胞を(a)とよび、これらが合体することを(b)とよぶ。また、精子と卵が合体することを、特に受精とよぶ。精子や卵をつくるもとになる細胞は(c)とよばれる。一般に、雄から放出される精子の数は卵の数と比較して多い。しかし、ウニやカエルなどでは、実際に卵と受精する精子は1個のみである。これは、複数の精子が卵に侵入するのを防ぐしくみがあるからであり、このしくみを(d)とよぶ。

ウニは、産卵期になると海中に精子と卵を放出する。精子は、(e)で合成されるエネルギーを使って、(f)を動かして前進する。未受精卵の周囲にあるゼリー層に精子が達すると、精子の頭部にある②先体の中身が放出される。この現象を(g)とよぶ。ウニでは、精子の先端が糸状に伸びて(h)を形成し、(f)の動きが活発になり、精子はゼリー層を貫通する。さらに、精子はゼリー層の下にある卵黄膜を通過して、卵の細胞膜に接する。その結果、精子と卵の細胞膜が融合する。また、卵では、(i)の中身が細胞膜と卵黄膜の間に放出される。これを(j)とよぶ。卵黄膜は(i)から放出された物質の作用により細胞膜から離れ、固くなって受精膜となる。精子の核は卵の中に入ると膨化し、体細胞の核に近い大きさの精核となる。精子から卵に導入された(k)は星状体を形成し、精核と(l)を近づける。2つの核が出会うとすぐに融合が開始し、1つの核になる。

カエルの卵は、卵割が進むと桑実胚を経て③胞胚になる。胞胚腔は、動物極に偏った位置に生じる。胞胚期を過ぎると、灰色三日月環の植物極側に(m)が形成され、そこから陥入がはじまり、原腸胚となる。(m)によって囲まれた植物極の部分を卵黄栓という。原腸胚期には胚を構成する細胞群が外胚葉、中胚葉、内胚葉の3つの胚葉に分かれる。原腸胚後、(n)、尾芽胚を経て幼生となる。発生の段階では、細胞の分化だけでなく、特定の時期にある細胞群が自発的に死んでいくことによって器官が形成されることがわかっている。発生段階において、ある段階であらかじめ死ぬ

ように決められている細胞死を(o)といい、なかでも細胞の DNA が断片化し、それが引き金となって細胞が死滅することを特にアポトーシスという。

問 1 文中の(a)～(o)に入る最も適した語句を記せ。ただし、同じ記号の空欄には同じ語句があてはまる。

問 2 カエルの卵の不等割が生じる理由について最も適当なものはどれか。
1つ選べ。

- ア 卵の植物極側に、卵割を妨げる卵黄が多く含まれているため。
- イ 卵の動物極側に、卵割を妨げる卵黄が多く含まれているため。
- ウ 卵の植物極側に、卵割を促進する卵黄が多く含まれているため。
- エ 卵の動物極側に、卵割を促進する卵黄が多く含まれているため。

問 3 下線部①について、このようにして新しい個体をつくる生殖法を何とよぶか記せ。

問 4 下線部②に関して、先体の中身として重要な物質の名称とそのはたらきを記せ。

問 5 下線部③にあるカエルの胞胚から予定外胚葉領域(イ)と予定内胚葉領域(ロ)を切り出して培養することにより、図 1 に示した結果が得られた。単独の培養では、予定外胚葉領域は外胚葉性の組織だけに分化し、予定内胚葉領域は内胚葉性の組織に分化した。しかし、予定外胚葉領域と予定内胚葉領域を組み合わせて培養したとき、外胚葉性の組織と内胚葉性の組織に加えて、単独の培養では生じなかった中胚葉の組織も分化した。また、その後の実験により、この中胚葉組織は、すべて予定外胚葉領域に由来することがわかった。

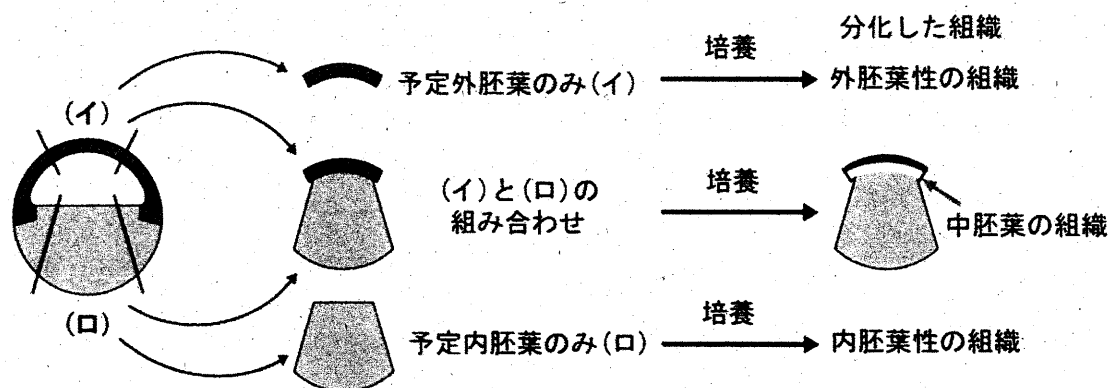


図1 中胚葉組織の誘導を示す実験

図1の実験より、胞胚から切り出した組織から中胚葉が分化誘導されるしくみとして考えられることを記せ。

問6 カエルの尾芽胚の横断面を図2に示す。図2の(a)～(e)の各構造から形成される組織・器官について最も適当な組み合わせを次のア～カから1つ選べ。

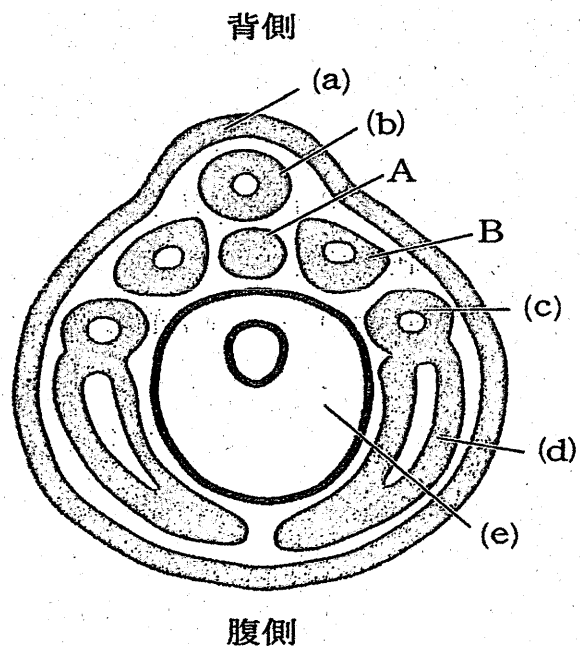


図2 尾芽胚の断面図

	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
ア	網膜	脳	肝臓	心臓	すい臓
イ	角膜	真皮	腎臓	血管	肝臓
ウ	つめ	脊髄	肝臓	血管	腎臓
エ	網膜	真皮	腎臓	心臓	すい臓
オ	つめ	脳	腎臓	血管	すい臓
カ	角膜	脊髄	肝臓	真皮	腎臓

問 7 図 2 の A および B の名称を記せ。

問 8 胞胚期のカエルの胚を高塩濃度の培養液中で発生させると、中胚葉予定細胞と内胚葉予定細胞が内部に陥入せず胚の外側に出た外原腸胚(外腸胚)となる。この胚では正常な神経組織がほとんど見られない。その理由を記せ。

令和 5 年度 (2023 年度) 東北大学

AO 入試 (総合型選抜) II 期

筆記試験③問題

令和 4 年 11 月 5 日

志願学部／学科	試 験 時 間	ページ数
医 学 部 保 健 学 科 歯 学 部 農 学 部	15 : 20 ~ 16 : 50 (90 分)	14 ページ

注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで、この「問題冊子」、「解答用紙」を開いてはいけません。
2. この「問題冊子」は 14 ページあります。ページの脱落、印刷不鮮明の箇所などがあつた場合には申し出てください。ホチキスは外さないでください。
3. 「問題冊子」の他に、「解答用紙」、「メモ用紙」を配付します。
4. 解答は、必ず黒鉛筆 (シャープペンシルも可) で記入し、ボールペン・万年筆などを使用してはいけません。
5. 解答は、日本語で記入してください。
6. 「解答用紙」の受験記号番号欄 (1 枚につき 1 か所) には、忘れずに受験票と同じ受験記号番号をはっきりと判読できるように記入してください。
7. 解答は、必ず「解答用紙」の指定された箇所に記入してください。
8. 試験終了後は「解答用紙」を回収しますので、持ち帰ってはいけません。「問題冊子」、「メモ用紙」は持ち帰ってください。

——このページは白紙——

1 次の英文を読んで以下の問いに答えなさい。

In the global sustainable development agenda, ⁽¹⁾the United Nations' (UN) "Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development" adopted 17 Sustainable Development Goals (SDGs) that are intended to "stimulate action over the next 15 years in areas of critical importance for humanity and the planet". In policy circles, these SDGs are being increasingly referred to simply as "The Global Goals". They represent a global agreement across United Nation's member states "used in national development plans, academic and foreign aid prioritization". As reported by Waage et al. , the 17 SDGs, with 169 targets and 232 specific indicators, can be represented in three *concentric layers, which reflect their main intended outcomes: the wellbeing goals, the infrastructure goals, and the natural environment goals.

According to the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), food production will have to increase by 70% to be able to feed the world in 2050; growing population, increasing wealth, and urbanization, especially in recent industrialized countries, have changed consumption patterns and food preferences, leading to higher animal protein demands. ⁽²⁾This context places heavy pressure on already limited resources, aggravates the competition for land to produce food, feed, and fuel, and makes the challenge of environmental sustainability even more difficult. Conversely, while one-third of food is wasted, 8.9% of the world population are estimated to have been undernourished and 25.9% suffered from both moderate and severe levels of food insecurity in 2019.

Insects reduce the above-mentioned societal challenges, create healthier and more sustainable food, and reduce animal feed production and consumption. Insects are rich in proteins (37–63%) and fats (20–40%), with well-balanced amino acid and *fatty acid profiles, respectively, and they are good sources of minerals and vitamins. When compared to conventional livestock, insect production has a lower environmental impact because of, amongst other things, the limited need for land and water and the reduction in greenhouse gas and carbon dioxide emissions. As *poikilotherm, insects have a high feed conversion rate, requiring much less feed to produce the same amount of animal proteins: 1 kg of live animal weight of crickets requires 1.7 kg of feed, as compared to 2.5 kg for chicken, 5 kg for pork, and 10 kg for beef. In addition, insects have a higher percentage of *edible mass, up to 80% when compared to around 55% of chicken, 70% of pork, and only 40% of cattle. Insects can also be cultured on locally available industrial and agricultural waste streams, recycling a loss into a valuable protein source. Moreover, insects can be gathered from nature or farmed with

simple techniques and minimal facilities requiring minimal land or capital and have a quick growth rate.

All of ⁽³⁾the above-mentioned insect features point out the high potentiality of this emerging sector. Insect farming will surely increase the overall agricultural production, both via large- and small-scale farms. An increased and widespread consciousness regarding the potential of insects will also contribute to political and marketing choices, contributing to increase livelihood, economic development, and social integration, especially in countries with a long tradition of *entomophagy and insects rearing, such as Asia, South America, and Africa. A practical example of the insect potential is represented by the one called ⁽⁴⁾“The Thai example”. Indeed, even if the use of insect as food was historically present in the country, in the last decades it was only improved by moving from collecting insects into the wild to rearing them in close environment. It was proficiently driven by a strong market demand supported by academic research and innovation in private sectors (from processing to selling). A new production section was proficiently established that assured new incomes and employment to Thai people with more than 20,000 family farms rearing insects as food and feed. Implementing innovative and sustainable food production strategies, such as insect farming, may contribute to several of the SDGs, which are interconnected. Insect farming could directly or indirectly contribute to several SDGs, as proposed by different authors. Therefore, the aim of this review was to analyse all of the SDGs one-by-one and relate them to edible insects, referring to direct-indirect effects. Links between SDGs were also reported in order to improve the outcomes and contributions to reach the goals.

(出典 : Moruzzo R, et al., 2021. Edible Insects and Sustainable Development Goals. *Insects*. Volume 12(6): 557. doi: 10.3390/insects12060557 より一部改変)

(注)

*concentric : 同心円状の

*fatty acid : 脂肪酸

*poikilotherm : 変温動物

*edible : 食用の

*entomophagy : 昆虫食

問1 下線部(1)を日本語に訳しなさい。

問2 下線部(2) This contextは何を指すのか、説明しなさい。

問3 下線部(3)の示す特徴のうち、5点を説明しなさい。

問4 下線部(4) “The Thai example”が成功した背景や理由のうち、3点を説明しなさい。

2 次の英文を読んで以下の問いに答えなさい。

Rigorous efforts to minimise disease transmission in the COVID-19 pandemic have catalysed the development of comprehensive telemedicine systems. Beyond enabling contactless health care, telehealth increases the convenience of routine health care, expands access to specialty care, and allows for more diligent *regimen monitoring. These transformational changes will probably endure, with the potential of an estimated US\$ 259 billion in health care spending to be shifted to virtual health care. Telehealth offers immense promise in bridging health disparities. Yet, simultaneously, telehealth might *exacerbate existing inequities because of disparities in broadband and technology access by race and household income. However, we argue that the promises and (1)pitfalls of telehealth are rooted in something more fundamental—trust.

Analysis of the Mount Sinai de-identified COVID-19 database found that Black patients were more than four times more likely than White Americans to seek health care in the emergency department over telehealth services, even when *adjusting for comorbidities and preferred language. This study, as well as other literature, offers the potential explanation that the lack of pre-established relationships with physicians, as well as mistrust of digital platforms, could drive this reluctance to pursue telemedicine. Indeed, Black Americans are less likely than White Americans to have strong relationships with their primary care physicians, potentially contributing to scepticism that high-quality care can be provided over telehealth. Weber and colleagues' findings urge consideration regarding how patient-clinician relationships through telemedicine can impact health equity, especially given institutionalised distrust among Black communities.

To be certain, this *paucity of trust is nothing new. Transgenerational trauma experienced by Black communities has created the perception—and often reality—that health care entities do not have their best interests at heart. Black Americans have historically adopted novel medical technologies at lower rates than their White counterparts, due in large part to inaccessibility and well founded suspicion towards medical innovation. Although distrust negatively affects telemedical outcomes, the inverse also holds true. Orrange and colleagues note that patient satisfaction with telehealth was primarily influenced by the “degree of trust in their physician”. As such, a paucity of trust is likely to undermine the potential for telemedicine to *mitigate health disparities, underscoring why trust and telemedicine must be developed and bolstered simultaneously. Although all could benefit in the absolute, mistrust among Black Americans around telemedicine, and the medical

establishment more broadly, might only *exacerbate (2)deep-rooted health disparities.

Patient–clinician relationships are also harmed by the lack of connectedness due to interaction through a digital interface. In fact, Ladin and colleagues found that telehealth visits reduce doctor–patient connection and promote dissatisfaction and mistrust most prominently among those identifying as Black, Hispanic, and Native American. In a discipline like medicine, which is equally humanistic as it is technical, both physical and emotional care are necessary to achieve optimal health outcomes and bolster patient–clinician relationships. These findings highlight the need to prioritise a more empathetic, patient-centred focus in the current deployment of telemedicine.

Leveraging telemedicine to increase the access of concordant physician–patient pairings could help to achieve greater trust in remote platforms. Telehealth suppliers should consider offering the option for patients to arrange appointments with concordant physicians. These pairings can be enabled through the integration of extensive physician databases, such as IQVIA's OneKey, into telehealth platforms such that minority patients can find medical professionals with greater ease. It is well documented that minority patients prefer care from racially and ethnically concordant doctors, and that these pairings typically result in more favourable health outcomes. This trend is especially salient for the care of Black patients: one study noted that treatment of Black men by Black physicians can reduce the Black–White disparity in *cardiovascular disease *mortality by 19%. Concordant physicians were viewed as more trusted sources of information and care. Unbound by distance, telehealth can enable patients to more conveniently connect with concordant doctors, facilitating stronger relationships and trust in these emerging systems.

(出典: “Paradox of telemedicine: building or neglecting trust and equity”. July 01, 2022. *The Lancet Digital Health* Volume 4 より一部改変)

(注)

*regimen : 治療計画

*exacerbate : 悪化させる

*adjusting for comorbidities and preferred language : (統計解析をするうえで) 合併症や好みの言語の影響を調整すること

*paucity : 欠如

*mitigate : 軽減する

*cardiovascular : 心臓血管系の

*mortality : 死亡率

問1 下線部(1)の **pitfalls of telehealth** とは何か、本文に即して説明しなさい。

問2 下線部(2)の **deep-rooted health disparities** について、**telehealth** で実際に起きた出来事を本文に即して説明しなさい。

問3 本文で述べられている **telehealth** の問題を1つ取り上げ、それを解決するためのアイデアとその理由を述べなさい。

3 次の英文を読んで以下の問いに答えなさい。

Plastic pollution is a massive problem. Some 400 million tonnes of the material is produced each year, a figure that could double by 2040. Of all the plastic that has ever been produced, only about 9% has been recycled and 12% *incinerated. Almost all other waste plastic has ended up in the ocean or in huge landfill sites. More than 90% of plastics are made from fossil fuels. If left unchecked, plastics production and disposal will be responsible for 15% of permitted carbon emissions by 2050 if the world is to limit global warming to 1.5°C above pre-industrial temperatures.

Talks on the treaty are expected to take between two and three years and will be organized by the United Nations Environment Programme, based in Nairobi. A significant feature of the treaty is that it will be legally binding, like the 2015 Paris climate agreement and the Montreal Protocol, a 1987 treaty that led to the production and use of *ozone-depleting substances being phased out.

A team of negotiators from different regions is being established. By the end of May, they will start work on the treaty's text. According to last week's UN decision, these negotiators will consider "the possibility of a mechanism to provide policy relevant scientific and socio-economic information and assessment related to plastic pollution". But they need to do more than just consider a mechanism. The UN must urgently set up a scientists' group that can give the negotiators expert advice and respond to their questions. These science advisers would need to reflect the necessary expertise in the natural and social sciences, as well as in engineering, and represent different regions of the world.

Nations want the plastics treaty to be more ambitious than most existing environmental agreements. Unlike the Montreal Protocol, which replaced around 100 ozone-depleting substances with ozone-friendly alternatives, countries have agreed that a plastics treaty must lock sustainability into the 'full life-cycle' of polluting materials. (1)This means plastics manufacturing must become a zero-carbon process, as must plastics recycling and waste disposal. These are not straightforward ambitions, which is why research — and access to research — is so important as negotiations get under way.

Most plastics are designed in a 'linear' one-way process: small, carbon-based molecules are knitted together with chemical bonds to make long and cross-linked polymer molecules. These bonds are hard to break, which makes plastics extremely long-lasting. They do not degrade easily and are difficult to recycle.

Marine litter often grabs the headlines, but plastic pollution is everywhere. Landfill sites containing mountains of plastic blight our planet, and minuscule particles of plastic are found in even the most *pristine environments. Such is the scale and persistence of plastics that they are now entering the fossil record. And a new human-made ecosystem — the plastisphere — has emerged that hosts microorganisms and algae.

As negotiators get to work, they will need scientists to help them address (2)several key questions. Which types of plastic can be recycled? Which plastics can be designed to biodegrade, and under what conditions? And which plastics offer the best chances for reuse? Moreover, social-sciences research will be essential to understanding the implications of — and inter-relationships between — the solutions that countries and industries will have to choose from. For example, new

technologies and processes will have impacts on jobs. These impacts need to be studied so that risks to people's livelihoods can be *mitigated.

Mapping out the implications of various approaches to greening the plastics industry will also require cooperation between governments, industry and campaign organizations — building on the cooperation that has brought the world to the start of negotiations.

Plastics have made the modern world. They are a staple of daily life, from construction to clothing, technology to transport. But plastics use is also increasing at a rapid rate, and this is no longer *tenable — around half of ⁽³⁾ all plastics ever produced have been made since 2004.

It is clear from the UN's ongoing efforts to tackle climate change that it is not enough for a treaty to be legally binding. *Signatories must also be held accountable, with regular reporting and checks on progress. Equally important is the need for science advice to be *embedded in the talks from the earliest possible stage.

(Used with permission of Springer Nature BV, from "Landmark treaty on plastic pollution must put scientific evidence front and centre" by Springer Nature Nature 603, 202 (2022), ©2022 Springer Nature ; permission conveyed through Copyright Clearance Center, Inc. 一部改変)

(注)

*incinerate : 焼却する

*ozone-depleting : オゾン層を破壊する

*pristine : 手付かずの

*mitigate : 軽減する

*tenable : 擁護できる

*signatory : 締約国

*embed : 組み込む

問1 下線部(1)を, This が何を指すのか具体的に述べながら日本語に訳しなさい。

問2 下線部(2)の several key questions とは何か, 4つあげなさい。

問3 下線部(3)についてはどのように処理されたと書かれているか,
本文に即して記述しなさい。