

令和 3 年度 AO 入 試 問 題 集 (工学部)

公表期限：2024 年 3 月末

東北大学入試センター

※ 以下の(1), (2)の場合を除き、複製、転載、転用することを禁じます。

- (1) 受験予定者が自主学習のために使用する場合
- (2) 学校その他の教育機関(営利目的で設置されているものを除く。)の教職員が教育の一環として使用する場合

令和3年度（2021年度） 東北大学工学部

AO入試（総合型選抜）Ⅱ期

筆記試験①

問題冊子

（9：30～10：30，60分）

注意事項

1. 机の上には、受験票、黒鉛筆（シャープペンシルも可）、消しゴム、鉛筆削り、時計、メガネの他は置いてはいけません。これ以外のものはかばん等に入れて椅子の下（床面）に置いてください。時計のアラームは使用しないでください。（目薬等も机の上に置いてはいけません。）
2. 携帯電話等を持っている人は、監督者の指示に従ってください。
試験中に携帯電話等を身につけていることが発覚した場合は、不正行為の疑いがあるとみなし、その機器を預かります。
3. 試験開始の合図があるまで、問題冊子を開かないでください。
4. 試験開始の合図の直後に、問題冊子、解答用紙、下書き用紙に印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁及び解答用紙の汚れ等がないか確認してください。
5. 最初に、3枚の解答用紙のすべてに受験記号番号を忘れずに記入してください。
6. 解答用紙はホッチキスで留めてあります。ホッチキス留めを外さないでください。
7. 解答用紙は書き損じても、破れても交換しませんので注意してください。
8. 下書き用紙は使用してもしなくても構いません。
9. 問題冊子、下書き用紙は持ち帰ってください。
10. 試験終了後、解答用紙の1ページ側が一番上になるように机の上に置き、提出もれがないように確認してください。

次の英文を読んで以下の設問に答えなさい。

The growing increase of the world population has led *FAO to take into account new food sources that are able to “feed” the planet and are able to be more sustainable in terms of water and soil exploitation and of pollution. Based on these assumptions, insects seem to be a possible alternative. However, this practice has not been discovered recently, in fact the testimonies on *entomophagy date back very far and there are still a lot of countries where the main meal is represented by insects. The introduction of insects as a new food on our table has certainly come to a cultural historical moment in which food culture traditions have long been overcome with the arrival of globalization, with the spread of dishes, such as sushi or kebab, until *IARC's statement that the meat preserved or cooked in certain ways can be *carcinogenic. In fact, during the year 2015, the decision by the IARC to include red meat and processed red meat respectively in group 1 and 1 A of carcinogenic substances for humans, resulted in a collapse not only of the food market, but also of consumer confidence. Above all, in Italy, A) this statement has put into question the myth of the Mediterranean diet, which has always been one of the most complete and healthy diets in the world, where meat plays a very important role. Obviously, this innovation has led to search for new food solutions that could be equally nutritious. If the Western world is able to overcome its taboos, entomophagy may be a source of revenue both in economic and environmental terms, which should not be underestimated. However, it is necessary to break down the cultural wall so that entomophagy can reach our dishes, but with the right reasons and the right explanations this could be possible.

The motivations that have led the Western world to seek new sources of sustainability both for the Western and the developing countries are many: the most important is perhaps the growing increase in the number of inhabitants of our planet and consequently, the steady increase in the search for food that can at least meet the entire world population in terms of survival; this is the reason behind B) the other reasons, since the intensive increase in agriculture and livestock has led to an increasing increase in pollution, greenhouse effect, of the soil exploitation, of energy and of water thus further worsening the present conditions of the earth. For these reasons, the search for new, more environmentally friendly sources has become necessary not only in countries where food is not always enough for the entire population, but also in the industrialized world. In this way insects are a possible alternative to not underestimate and study to try to figure out how to make the most of their potential. The positive aspects of insects can be summarized as follows: They are a great source of protein; They transform the *substrate from organic waste into high quality proteins; They require much less water and much less soil to be bred; They produce much less greenhouse gases than conventional cattle; They have high *nutritional conversion efficiency. In addition, insects could also be a possible alternative to traditional feed used to date for animal consumption. However, it is extremely important to define the *hygiene of these foods both in terms of food safety and nutritional value, in order to evaluate the possibility of their consumption and their marketing.

The great interest in insects is due primarily to their great nutritional properties, in fact insects have been a highly-nourished source of nutrition that obviously can vary depending on the substrate from which they feed, the species and the stage of transformation and how to cook. Caloric content was estimated around 293–762 kilocalories per 100 g of dry matter. Also the protein content is very

high at about 7–48 g/100 g of weight in fresh insects. Also, they are very rich in fat. Insects are also rich in mineral salts and vitamins. Given this assumption, it is of supreme importance to consider not only the positive aspects that insects can make, both to our supply and to the sustainability of the environment, but also to the dangers that can result from human insect consumption. It is therefore necessary to effectively verify how safe and healthy they are, in order to avoid any possible risks that may lead to illnesses, *toxoinfections, and food-borne infections for the consumer.

In addition, the insect breeding methods and the subsequent stages of killing, preparation, preservation and packaging that precede consumption are also important, in order to avoid the risk of cross contamination or of poor conservation methods of the product that could expose the farmer to dangers of infection while carrying out his work. It is considered that there are the possible microbiological, chemical and physical risks arising from the consumption of eatable insects and any allergies that can cause to the consumer, although to date the data on () (ア) () (イ) () (ウ) () insects hygienically safe are not many.

(Reprinted from Encyclopedia of Food Security and Sustainability, Monica Gallo, Pages 294-299, 2019, with permission from Elsevier. 一部改変)

注

FAO (Food and Agriculture Organization) : 国際連合食料農業機関

entomophagy : 昆虫食

IARC (International Agency for Research on Cancer) : 国際がん研究機関

carcinogenic : 発がん性

substrate : 基質

nutritional : 栄養上の

hygiene : 衛生

toxoinfections : 毒感染症

- 問1 下線部 A) を, 「this statement」が指す内容がわかるように和訳しなさい.
- 問2 下線部 B) の「the other reasons」が指す内容を日本語で説明しなさい.
- 問3 本文中に述べられている, 食用昆虫の6つの良い面について, それぞれ簡潔に日本語で説明しなさい.
- 問4 下線部 C) を和訳しなさい.
- 問5 下線部 D) の () 内に, 文脈に合うように以下の語句を適切な順序に並び替えて入れるとき, (ア)(イ)(ウ) に入る語句の番号を答えなさい.
- ① that / ② from / ③ concerning / ④ may / ⑤ of contamination / ⑥ the risks /
⑦ arise
- 問6 本文中に述べられた, 昆虫食の有効性あるいは危険性についてどちらかを例に挙げながら, 昆虫食の是非についてあなたの考えを述べなさい (日本語 300 字以内, 句読点を含む).

令和3年度（2021年度） 東北大学工学部

AO入試（総合型選抜）Ⅱ期

筆記試験②

問題冊子

（11：20～12：20，60分）

注意事項

1. 机の上には、受験票、黒鉛筆（シャープペンシルも可）、消しゴム、鉛筆削り、時計、メガネの他は置いてはいけません。これ以外のものはかばん等に入れて椅子の下（床面）に置いてください。時計のアラームは使用しないでください。（目薬等も机の上に置いてはいけません。）
2. 携帯電話等を持っている人は、監督者の指示に従ってください。
試験中に携帯電話等を身につけていることが発覚した場合は、不正行為の疑いがあるとみなし、その機器を預かります。
3. 試験開始の合図があるまで、問題冊子を開かないでください。
4. 試験開始の合図の直後に、問題冊子、解答用紙、下書き用紙に印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁及び解答用紙の汚れ等がないか確認してください。
5. 最初に、2枚の解答用紙のすべてに受験記号番号を忘れずに記入してください。
6. 解答用紙はホッチキスで留めてあります。ホッチキス留めを外さないでください。
7. 解答用紙は書き損じても、破れても交換しませんので注意してください。
8. 下書き用紙は使用してもしなくても構いません。
9. 問題冊子、下書き用紙は持ち帰ってください。
10. 試験終了後、解答用紙の1ページ側が一番上になるように机の上に置き、提出もれがないように確認してください。

【 問題 I 】

関数 $f(x)$ は x の 3 次関数であり，その増減表は次のとおりである．ただし， A, B は実数であり， $A < B$ とする．以下の問に答えよ．

x	0	...	$\frac{2}{3}$...	1
$f'(x)$	0	−	0	+	
$f(x)$	B	↘	A	↗	B

問 1 (a) $F(x)$ を x の 1 次式とすると， $f(x) = x(x-1)F(x) + B$ と表せることを示せ．

(b) $f(x)$ を求めよ．

問 2 p を正の実数とし， $G(x) = \frac{f(x) - f(p)}{x - p}$ とする．以下の問に答えよ．

(a) $p = \frac{2}{3}$ のとき， $p < x \leq 1$ であるすべての x について $G(x) \leq G(1)$ であることを示せ．

(b) $p < x \leq \frac{2}{3}$ であるすべての x について $G(x) \leq G\left(\frac{2}{3}\right)$ となる p の最小値を求めよ．

【 問題Ⅱ 】

xy 平面上の零ベクトルではない2つのベクトル $\vec{a} = (a_1, a_2)$, $\vec{b} = (b_1, b_2)$ について、次の 1), 2), 3) の条件を考える.

- 1) $x\vec{a} + y\vec{b} = \vec{0}$ を満たす実数 x, y は、 $x = y = 0$ 以外にはない.
- 2) $a_1b_2 - a_2b_1 \neq 0$ である.
- 3) $\vec{a} \cdot \vec{c} = 0$ かつ $\vec{b} \cdot \vec{c} \neq 0$ を満たすベクトル \vec{c} が存在する.

ここで、 $\vec{c} \neq \vec{0}$ であり、 $\vec{a} \cdot \vec{c}$, $\vec{b} \cdot \vec{c}$ は内積を表すとして、以下の問に答えよ.

問1 ベクトル \vec{a} と \vec{b} が平行ではない場合、条件 2) の関係式が成り立つことを示せ.

問2 条件 1) が成り立つとき、条件 2) が成り立つことを対偶を用いて証明したい. 以下の問に答えよ.

(a) $a_1b_2 - a_2b_1 = 0$ かつ $a_1a_2 \neq 0$ の場合について、条件 1) が成り立たないことを証明せよ. ただし、計算の過程で $\frac{b_1}{a_1} = \frac{b_2}{a_2} = t$ とおいてよい.

(b) $a_1b_2 - a_2b_1 = 0$ かつ $a_1a_2 = 0$ の場合について、条件 1) が成り立たないことを証明せよ.

問3 条件 2) が成り立つとき、条件 3) が成り立つことを証明せよ. ただし、 $\vec{c} = (c_1, c_2)$ として計算せよ.

令和3年度（2021年度） 東北大学工学部

AO入試（総合型選抜）Ⅱ期

筆記試験③

問題冊子

（13：50～14：50，60分）

注意事項

1. 机の上には、受験票、黒鉛筆（シャープペンシルも可）、消しゴム、鉛筆削り、時計、メガネの他は置いてはいけません。これ以外のものはかばん等に入れて椅子の下（床面）に置いてください。時計のアラームは使用しないでください。（目薬等も机の上に置いてはいけません。）
2. 携帯電話等を持っている人は、監督者の指示に従ってください。
試験中に携帯電話等を身につけていることが発覚した場合は、不正行為の疑いがあるとみなし、その機器を預かります。
3. 試験開始の合図があるまで、問題冊子を開かないでください。
4. 試験開始の合図の直後に、問題冊子、解答用紙、下書き用紙に印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁及び解答用紙の汚れ等がないか確認してください。
5. 最初に、2枚の解答用紙のすべてに受験記号番号を忘れずに記入してください。
6. 解答用紙はホッチキスで留めてあります。ホッチキス留めを外さないでください。
7. 解答用紙は書き損じても、破れても交換しませんので注意してください。
8. 下書き用紙は使用してもしなくても構いません。
9. 問題冊子、下書き用紙は持ち帰ってください。
10. 試験終了後、解答用紙の1ページ側が一番上になるように机の上に置き、提出もれがないように確認してください。

【 問題 I 】

断面が長方形の均質な長棒を水に浮かべる．図 1 および図 2 に示すように，長棒の重心 O を含む鉛直断面 $ABCD$ の頂点の一つに軽い糸をつけて鉛直上方に引く． AO の長さを L ， $\angle AOD$ の角度を θ （ただし， $\theta \neq 90^\circ$ ）とする．長棒の体積を V ，水の密度を ρ_0 ，重力加速度の大きさを g とするとき，以下の問に答えよ．

問 1 図 1 に示すように，頂点 A につけた糸を鉛直上方に引いたとき，棒の半分が水面下に沈み，その断面の対角線 BD が水面と一致する状態でつりあった．長棒の密度を ρ_1 ，長棒の浮力を F ，糸の張力を T とするとき，次の (a) から (e) に答えよ．

- (a) 鉛直方向の力のつりあいの式を T ， F ， V ， ρ_1 ， g を用いて表せ．
- (b) 長棒の浮力 F の式を V ， ρ_0 ， ρ_1 ， g のうち必要なものを用いて表せ．
- (c) (a) および (b) の結果を用いて張力 T を V ， ρ_0 ， ρ_1 ， g を用いて表せ．
- (d) 長棒の重心 O のまわりの力のモーメントがつりあうことを用いて， T を F で表せ．ここで，浮力は水面下の物体の重心に働くものとみなし，三角形の重心は辺の midpoint から向かい合う頂点に引いた直線の $1/3$ の位置にあるものとする．
- (e) 長棒の密度 ρ_1 を ρ_0 で表せ．

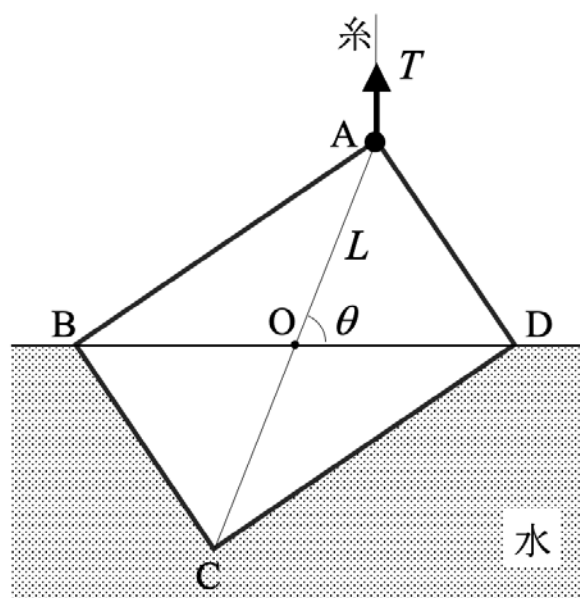


図 1

問2 問1と形状が同じで密度が異なる長棒を水に浮かせ、図2に示すように、軽い糸を頂点Dにつけて鉛直上方に引いたところ、長棒の断面の対角線BDが水面と一致する状態でつりあった。長棒の密度を ρ_2 、長棒の浮力を F' 、糸の張力を T' とすると、次の(a)、(b)に答えよ。

(a) 重心Oのまわりの力のモーメントがつりあう条件を式で示せ。

(b) 長棒の密度 ρ_2 を ρ_0 と θ を用いて表せ。

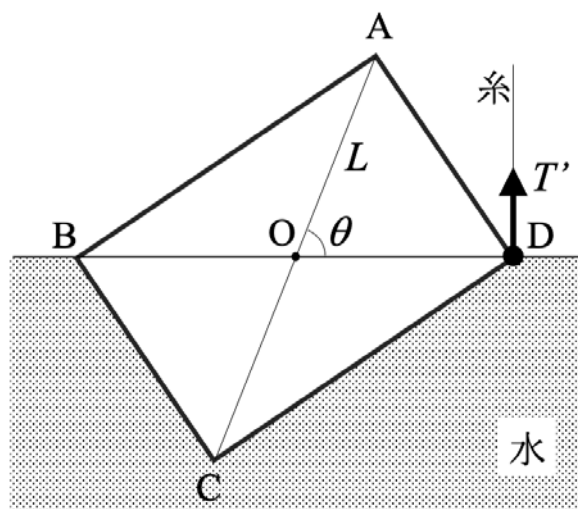


図2

【 問題 II 】

図 1 に示すように、理想気体により低温側の熱を高温側に排出するシステムを考える．低温側では気体が①温度 T_L で等温膨張しながら 1 モルあたり Q_L (> 0) の熱量を吸収し，その気体は②断熱圧縮され，高温側に送られる．高温側では，気体が③温度 T_H で等温圧縮されながら 1 モルあたり Q_H (< 0) の熱量を放出し，その後④断熱膨張して低温側に戻る．この排熱システムが図 2 の P - V 図に示すように気体の 4 つの状態 $a(V_a, T_H)$, $b(V_b, T_H)$, $c(V_c, T_L)$, $d(V_d, T_L)$ からなる熱サイクルで表せるとき，以下の問に答えよ．ただし， P , V , T はそれぞれ圧力，体積，温度を表す．また，気体定数は R ，比熱比は γ であり，断熱変化においては， $PV^\gamma = \text{一定}$ が成り立つものとする．

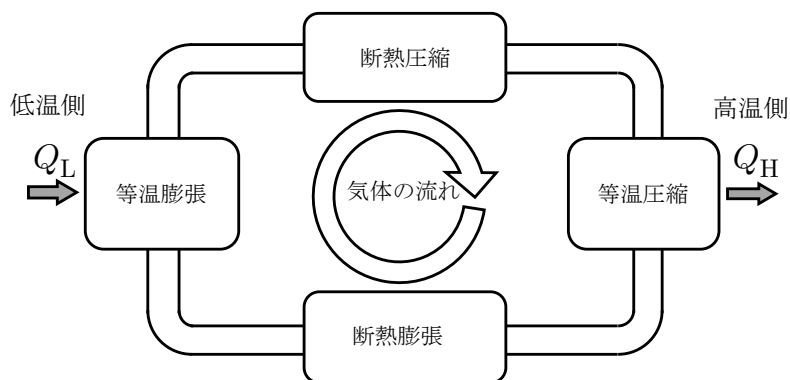


図 1

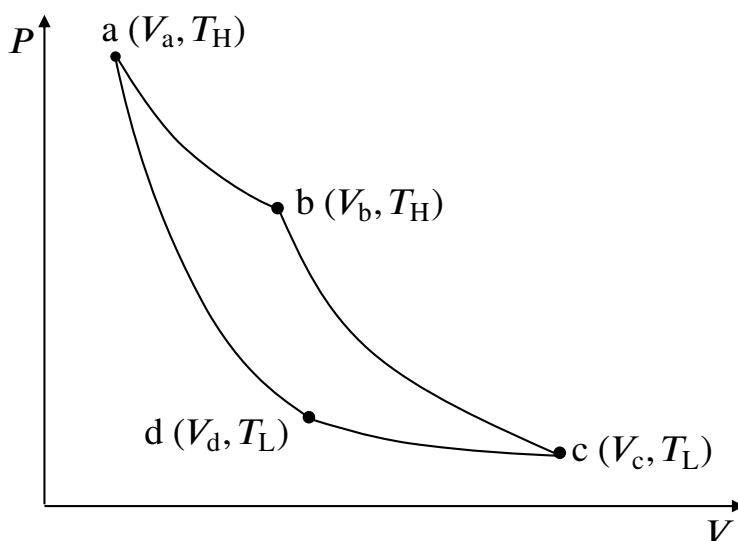


図 2

- 問 1 下線部①～④の状態変化は図 2 の熱サイクル中のどの変化になるか. 以下の 8 つの状態変化からそれぞれ選べ.
状態変化: $a \rightarrow b$, $b \rightarrow c$, $c \rightarrow d$, $d \rightarrow a$, $a \rightarrow d$, $d \rightarrow c$, $c \rightarrow b$, $b \rightarrow a$
- 問 2 比熱比 γ は定圧モル比熱 C_p と定積モル比熱 C_v を用いて $\gamma = C_p / C_v$ と定義される. このとき, 定積モル比熱 C_v を比熱比 γ と気体定数 R を用いて表せ.
- 問 3 断熱変化②によって気体がされる 1 モルあたりの仕事を求めよ.
- 問 4 1 サイクルの間で気体がする 1 モルあたりの正味の仕事を求めよ.
- 問 5 体積比 V_b / V_c を温度比 T_H / T_L を用いて表せ.
- 問 6 温度 T において体積が V_1 から V_2 まで等温変化する理想気体は, 1 モルあたり $Q = RT \log(V_2 / V_1)$ の熱量を吸収する. $Q_L / T_L = -Q_H / T_H$ となることを示せ.
- 問 7 低温側の吸熱量 Q_L と問 4 で求めた正味の仕事 W の比 Q_L / W を, 温度比 T_H / T_L を用いて表せ.

令和3年度（2021年度） 東北大学工学部

AO入試（総合型選抜）Ⅱ期

筆記試験④

問題冊子

（15：40～16：40，60分）

注意事項

1. 机の上には、受験票、黒鉛筆（シャープペンシルも可）、消しゴム、鉛筆削り、時計、メガネの他は置いてはいけません。これ以外のものはかばん等に入れて椅子の下（床面）に置いてください。時計のアラームは使用しないでください。（目薬等も机の上に置いてはいけません。）
2. 携帯電話等を持っている人は、監督者の指示に従ってください。
試験中に携帯電話等を身につけていることが発覚した場合は、不正行為の疑いがあるとみなし、その機器を預かります。
3. 試験開始の合図があるまで、問題冊子を開かないでください。
4. 試験開始の合図の直後に、問題冊子、解答用紙、下書き用紙に印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁及び解答用紙の汚れ等がないか確認してください。
5. 最初に、2枚の解答用紙のすべてに受験記号番号を忘れずに記入してください。
6. 解答用紙はホッチキスで留めてあります。ホッチキス留めを外さないでください。
7. 解答用紙は書き損じても、破れても交換しませんので注意してください。
8. 下書き用紙は使用してもしなくても構いません。
9. 問題冊子、下書き用紙は持ち帰ってください。
10. 試験終了後、解答用紙の1ページ側が一番上になるように机の上に置き、提出もれがないように確認してください。

【 問題 I 】

次の文章を読み、以下の問に答えよ。ただし、有効数字は2桁とする。

A) 二酸化炭素は赤外線を吸収し地表を暖める効果（温室効果）があり、地球温暖化の要因の一つと考えられている。そのため、地球温暖化を抑制する方法の一つとして、太陽光や水力、風力といった、再生可能であり、また二酸化炭素の排出が少ないエネルギー源を利用することが求められている。ただし、これら再生可能エネルギーは時間や季節によって変化することから、それから生み出される電気エネルギーを蓄電池（二次電池）に貯蔵し、必要な時に活用することも必要となる。

蓄電池として小型、軽量、高電圧であるリチウムイオン電池は、1991年に日本の企業が実用化に成功して以来、携帯電話、ノート型パソコン、電動化自動車などに幅広く用いられている。代表的なリチウムイオン電池は、（ア）極に LiCoO_2 、（イ）極に B)黒鉛 を使用する（図1）。リチウムイオン電池の充電時には（ア）極の C) LiCoO_2 が、 Li^+ の脱離にともない CoO_2 に変化する。

（イ）極では D) Li^+ が黒鉛の層間に入り Li になる。電解液には炭酸ジメチルなどの有機溶媒に LiPF_6 などの塩を溶解したものを使用する。なお、リチウムは（ウ）金属であり、常温の水と激しく反応して水素と（エ）を生じるため、水との接触は避けなければならない。

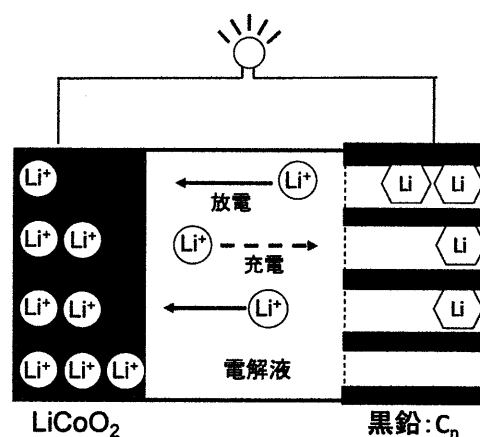


図1 リチウムイオン電池の概略図

問1 文中の空欄（ア）から（エ）に入るもっとも適切な語句もしくは化学式を書け。

問2 下線 A) に関連して、この物質を検出する方法として、石灰水に通気し白濁するか否か確認する方法がある。この反応式を書け。

問3 下線 A) に関連して、気体状態の二酸化炭素は実在気体であることから、理想気体と異なるふるまいをする。そのことに関する設問(a)および(b)に答えよ。

(a) $0.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $1.0 \times 10^7\text{ Pa}$ の 1.0 mol の二酸化炭素の体積 V_{CO_2} [L] を測定したところ、 $5.7 \times 10^{-2}\text{ L}$ であった。同じ温度、同じ圧力、同じ物質量の理想気体の体積を V_0 [L] であるとする、 V_{CO_2} の値は V_0 の値と同じではない。実在気体の体積について、理想気体からのずれは指標 $Z = V_{\text{CO}_2}/V_0$ で示される。気体定数 $R = 8.3 \times 10^3\text{ Pa} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ として V_0 を算出し Z を求めよ。また、 Z がその値となった理由を、分子間力という言葉を用いて説明せよ。

(b) 圧力 p を $1.0 \times 10^7 \text{ Pa}$ よりゼロに近づけていくと Z は次の式で表される.

$$\lim_{p \rightarrow 0} Z = (\text{オ}) \quad (1)$$

空欄 (オ) に当てはまる値を, 次の選択肢 1)~3) から選び, 数字で答えよ.

- 1) 0
- 2) 1
- 3) ∞

問 4 下線 B) の黒鉛について, その特徴を次の言葉すべてを用いて 50 字程度で説明せよ.

平面層状構造, 同素体, 電気, 熱

問 5 下線 C) に関連して, 以下の設問 (a) ~ (c) に答えよ.

(a) LiCoO_2 の Co の酸化数を答えよ.

(b) CoO_2 の Co の酸化数を答えよ.

(c) 充電時に (ア) 極で生じる反応が酸化反応か還元反応か答えよ.

問 6 黒鉛の組成式を C_n (n は任意の整数), Li が入った黒鉛の組成式を LiC_n として, 下線部 D) で説明された (イ) 極での反応を, 電子 e^- を用いた反応式で示せ.

【 問題Ⅱ 】

次の文章を読み、以下の問に答えよ．ただし、原子量は H 1.00, C 12.0, O 16.0 として計算せよ．

身のまわりの高分子を見てみると、天然高分子と合成高分子に分類される．天然高分子では、炭水化物やタンパク質があげられ、これらは油脂とともに人間が栄養を補給するために重要な食物として機能している．炭水化物は、単糖、オリゴ糖、デンプンなどいずれも一般式 $C_mH_{2n}O_n$ で表される．体内で代謝されると、A) 水、二酸化炭素、熱または他のエネルギーに変換される．タンパク質は、B) アミノ酸 が重合したものである．体内に摂取されたタンパク質は、酵素で加水分解され、種々のアミノ酸として吸収されたのち、体内でタンパク質として再合成される．

合成高分子では、合成樹脂（プラスチック）があげられる．プラスチックは、熱や圧力を加えると成形・加工ができ、軽量である．近年では、燃料の節約のため、船舶・車両・航空機などの輸送機関において金属に代わって使用されることが多くなっている．限りある石油資源の有効利用や環境問題から、現在、いくつかのプラスチックには以下の 1 から 6 の識別マークがつけられ回収されている．

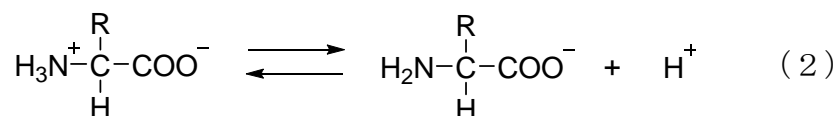
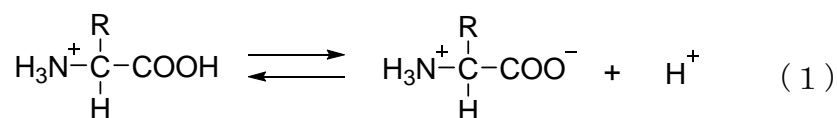


問 1 下線部 A)について、二酸化炭素と水（液体）の生成熱はそれぞれ 394 kJ/mol, 286 kJ/mol である．燃焼熱測定の実験を行ったところ、グルコース $C_6H_{12}O_6$ 9.00 g を燃焼すると、140.5 kJ の熱を発生することがわかった．

- (a) 二酸化炭素，水（液体）の生成に関する熱化学方程式を書け．
- (b) グルコースの燃焼熱を表す熱化学方程式を書け．ただし、燃焼熱は有効数字 3 桁で求めよ．
- (c) グルコースの生成熱を有効数字 3 桁で求めよ．

問 2 下線部 B)について、アミノ酸は分子内に酸と塩基の両方の性質をもつ．そのため、水溶液中では式（1）と（2）のような電離平衡を示す．陽イオン A^+ ，分子内に正と負の両方の電荷をもつ双性イオン A^\pm ，陰イオン A^- が平衡状態であり，pH の変化によって組成が変化する．正の電荷と負の電荷がつりあい，全体として電荷が 0 になるときの pH の値を等電点という．水溶液に電極を差し込み、適切な直流電圧をか

けると、アミノ酸分子は帯電状態に応じて電極のいずれかに移動する。



- (a) 平衡状態におけるアミノ酸分子の陽イオン，双性イオン，陰イオンの濃度，および水素イオン濃度を，それぞれ $[\text{A}^+]$ ， $[\text{A}^\pm]$ ， $[\text{A}^-]$ ， $[\text{H}^+]$ として，式(1)と(2)の電離定数 K_1 と K_2 を表す式を書け。
- (b) 等電点での全体の電離定数 $K = K_1 \times K_2$ を水素イオン濃度で表す式を書け。
- (c) あるアミノ酸分子の K_1 と K_2 はそれぞれ $4.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ と $2.5 \times 10^{-10} \text{ mol/L}$ であった。等電点でのpHを小数点第1位まで求めよ。また，等電点よりpHを高くし，水溶液に図1のように直流電圧をかけたとき，アミノ酸分子はどのようなふるまいを示すか答えよ。

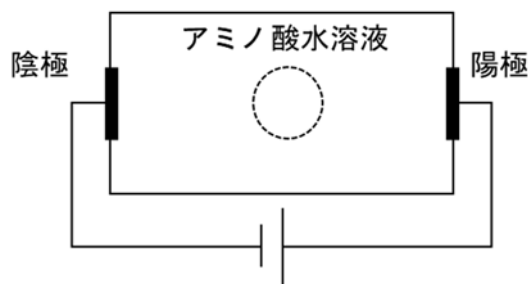
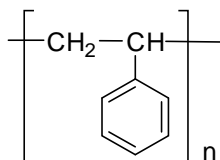


図 1

- 問 3 識別マーク 6 のプラスチックの構造式は以下で表される。平均分子量を測定したところ， 5.20×10^4 であった。重合度 n を整数で求めよ。ただし，末端の構造は考慮しなくてよいものとする。



- 問 4 識別マーク 1, 3 のプラスチックの名称と構造式を書け。

- 問 5 識別マーク 5 の原料は，プロピレン $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3$ という化合物である。この化合物に臭化水素を付加した場合，おもに得られる化合物の名前と構造式を書け。

令和3年度（2021年度） 東北大学工学部

AO入試（総合型選抜）Ⅲ期

筆記試験 問題冊子

（11：00～12：00，60分）

注意事項

1. 机の上には，受験票（AO入試Ⅲ期受験票，大学入学共通テスト受験票），黒鉛筆（シャープペンシルも可），消しゴム，鉛筆削り，時計，メガネの他は置いてはいけません。これ以外のものはかばん等にに入れて椅子の下（床面）に置いてください。時計のアラームは使用しないでください。（目薬等も机の上に置いてはいけません。）
2. 携帯電話等の電子機器類を持っている人は，監督者の指示に従ってください。
試験中に携帯電話等の電子機器類を身につけていることが発覚した場合は，不正行為の疑いがあるとみなし，その機器を預かります。
3. 試験開始の合図があるまで，問題冊子を開かないでください。
4. 試験開始の合図の直後に，問題冊子，解答用紙，下書き用紙に印刷不鮮明，ページの落丁・乱丁及び解答用紙の汚れ等がないか確認してください。
5. 最初に，解答用紙のすべてに受験記号番号を忘れずに記入してください。
6. 解答用紙はホッチキスで留めてあります。ホッチキス留めは外さないでください。
7. 試験中に問題冊子，解答用紙，下書き用紙の印刷不鮮明，落丁・乱丁及び解答用紙の汚れ等に気付いた場合は，手を挙げて監督者に知らせてください。
8. 解答用紙は書き損じても，破れても交換しませんので注意してください。
9. 下書き用紙は使用してもしなくても構いません。
10. 解答用紙のみすべて提出してください。問題冊子，下書き用紙は持ち帰ってください。
11. 試験終了後，解答用紙の1ページ側が一番上になるように机の上に置き，提出もれがないように確認してください。

次の英文を読んで以下の設問に答えなさい。

According to Mayer-Schonberger and Cukier's influential characterization, "big data" is about three fundamental changes to the scientific method:

Bigness. In "normal science", collecting data is expensive as requires design and performance of experiments. Hence it uses Statistics to estimate the size of data required to achieve significant results, and uses sampling and estimation methods to obtain them. In contrast, Data Science now has "the ability to analyze vast amounts of data about a topic rather than being forced to settle for smaller sets". The effects of this is that statistical sampling and estimation become unnecessary, and that models with very large numbers of parameters can be fitted to data without testing for or worrying about over-fitting. It is sometimes possible to work with all of the data rather than any sample from it. This has arisen for several interconnected technological reasons over the past decade. (ア) has fallen in price, allowing more data to be collected. For example, rather than employing people to count cars in traffic surveys, we can now cheaply use large networks of traffic cameras. It is possible to buy web-cams for a few pounds now rather than hundreds or thousands of pounds. Often the most expensive part of a sensor nowadays is the metal enclosure to keep it waterproof. (イ) has fallen in price, allowing more data to be processed. This includes both statistical analysis of large data sets, as well as enabling sensor data to be processed into database entries in the first place. For example, *ANPR algorithms have been known for decades but can now run cheaply on processors inside traffic cameras in a network. The *Raspberry Pi and *Arduino are examples of cheap computing boards which can be built into sensors' boxes for less than 100 pounds. (ウ) has fallen in price. Most computer owners now have terabytes of storage space available, which was previously only available to large companies. (エ) has increased. The internet has moved from being a static collection of web pages to an interactive space where organizations routinely publish and update raw data sets which anyone can access. Internet speeds have increased and the cost of *bandwidth has fallen to enable anyone to download large data sets easily. Internet-based hosting allows home users to store and process data remotely ("in the cloud") for a few pounds.

Messiness. "A willingness to embrace data's real-world messiness rather than privilege accuracy". Statistics, Database design, and Artificial Intelligence have historically focused on working with well-defined and structured "clean" data. Often, Data Science algorithms will run directly on raw, unprocessed data files directly downloaded from some public provider, and bypass the classical architecture of database design and *insertion altogether. Data Science works with whatever data is available, to make it as large as possible. Usually this will be data collected for some other purpose. Because data is so cheap nowadays, we can simply make use of very large collections of noisy data and average out over the noise, rather than have to carefully design and collect clean data. For example, rather than design samples of manual vehicle counting locations and strict manual protocols for classifying the vehicle types, we make use of a city's existing large network of ANPR sensor data.

Every ANPR detection and vehicle type classification is noisy but there is so much of it that it no longer matters. A) Data Science tends to emphasize quantity over quality, and the reuse of whatever second-hand data it can find. Often this means that the data scientist has to do more work in “adding revision” or pre-processing one or more data sets into a usable format.

**Correlation*. “A growing respect for correlation rather than a continuing quest for ambiguous *causation”. In “classical” science and statistics, careful distinctions are made between causation and correlation. Causation is a difficult philosophical concept, though has recently been given solid statistical foundations. Causation can typically only be assumed from a system when cause is put into the system. This occurs in controlled scientific experiments, where the experimenter forces some variable to take a value and records the result. In contrast, Data Science is a passive activity, which analyses only data which already exists and has not been caused by the data scientist. Hence, Data Science deals with correlations rather than causation. This means working with “black box” parametric models rather than with productive theory-driven models. B) Data scientists argue that the predictions g enerated by black boxes are often better than those of theory -driven models which is all that matters.

Data Science here means the use and re-use of data collected passively rather than via the causal experiments used in regular “science”. Causation inference has recently (from the early 2000s) become well understood within the framework of *Bayesian networks. We now know that, contrary to the claims of some earlier statisticians and educators, it is possible to infer causation and not just correlation using statistics, but (except for a few special cases) only if the data itself has first been caused in some way by the experimenter. For example, to learn whether mobile phone use causes car crashes, it is necessary to cause some drivers to use their phones and others not to use them, and observe the results, rather than just observing a set of drivers’ phone and crash behaviors. Without this kind of experimental control, it would be possible for *confounding factors such as personality to cause both phone use and crashes, and thus only possible to infer their correlation. Data Science is thus unambiguously defined and cleanly distinguished from regular “science” as science without (オ). This concept corresponds to “correlation” above. While data scientists could collect their own data, they typically work with existing data collected from various sources such as previous experiments, the internet, company databases and government records. This practicality gives rise, incidentally, to the “messiness” above, and sets the character for much of practical Data Science’s data preparation or adding revision activities.

(Reprinted from ”A Self-Study Guide with Computer Exercises” by Charles Fox. Rights managed by Springer Nature Switzerland AG, Inc. Copyright© 2018 Springer Nature Switzerland AG 一部改変)

注

ANPR (automatic number plate recognition) : ナンバープレートを自動認識して自動車交通を計測するシステム

Raspberry Pi : 英国で開発された, 簡素で安価なシングルボードコンピュータ

Arduino : イタリアで開発された, 簡素で安価なシングルボードコンピュータ

bandwidth : 情報通信に利用される周波数の範囲

insertion : あらかじめ用意されたデータベースの項目に合わせて, データを挿入すること

correlation : 相関関係

causation : 因果関係

Bayesian networks : 変数とその間の関係をネットワークとして表現して分析するベイズ統計学の手法

confounding factors : 交絡要因. 着目する 2 つの変数の双方に影響を及ぼす要因のこと. これが存在するとき, 直接的な因果関係がない変数間に相関関係が発生する可能性がある.

問 1 空欄 (ア) ~ (エ) のそれぞれに入る語句として最も適当なものを, 以下の選択肢から選び, 番号で答えなさい.

- ① Computation power ② Data connectivity ③ Data reliability ④ Data storage
⑤ Electric power ⑥ Engineers' labor ⑦ Sensor technology

問 2 下線部 A) のように考えられる理由を, 日本語 100 字程度で答えなさい.

問 3 下線部 B) を, 「those」が示す内容がわかるように, 日本語に訳しなさい.

問 4 空欄 (オ) に入る語句として最も適当なものを, 以下の選択肢から選び, 番号で答えなさい.

- ① black box ② causation ③ computation ④ database

問 5 次の文章 (1) ~ (5) について, 最終 (第 5) パラグラフの内容に一致するものには○を, 一致しないものには×を, 解答欄に記入しなさい.

- (1) データ科学は, 通常の科学における受動的な実験から得られる大量のデータを, 利用または再利用することを意味する.
(2) 実験において, 実験者が自分自身を対象にとったデータを最初に使えば, 相関関係だけでなく, 因果関係を推察することが可能になる.
(3) 携帯電話の使用と衝突事故との因果関係を調べるには, 携帯電話を使用中に衝突事故を起こしたドライバーのデータを分析するだけでは不十分である.
(4) 実験的な統制をしないことで, 個人の性格などの要因が携帯電話使用と衝突事故発生の双方に与える影響を, 明確に分離して推察できるようになる.
(5) データ科学の特徴の 1 つである乱雑さは, 既存の様々なデータを利用することによって生じる.

問 6 本文で述べられた標準的な科学との比較をふまえ, Big Data や Data Science の問題点とその解決の方向性に関するあなたの考えを述べなさい (日本語 300 字以内, 句読点を含む).