令和７年度
AO入試問題集

公表期限：2028年3月末

東北大学アドミッション機構

目　　次

◎令和７年度ＡＯ入試問題集

令和７年度
ＡＯ入試問題集
（文学部）

公表期限：2028 年 3 月末

東北大学アドミッション機構

令和７年度（2025 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６年 11 月２日

志願学部	試験時間	ページ数
文学部 教育学部 法学部	10：30～11：30 （60 分）	11 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 11 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」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. 特に指示がある場合以外は，日本語で記入してください。
8. 解答に字数の指定がある場合は，句読点，数字，アルファベット，記号も１字として数えてください。
9. 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」は持ち帰ってください。

C7

———このページは白紙——

———このページは白紙——

1 次の英文を読み，以下の問いに答えなさい。

"Sorry, I'm deaf," I say. I gesture to the apparatus in my ear – the universal sign for my hearing aids not working quite as well as they should, hoping the mildly annoyed waiter in front of me repeats his question with a little less visible frustration.

I'm in a burrito bar trying to order dinner, but this kind of exchange can occur in any customer service scenario. Harried staff want to get the orders in, and customers behind me are hungry. Hearing people perhaps don't notice how *frenzied daily communication is in our fast-moving society. But it has a significant impact on deaf people like me, who regularly struggle to access information.

Too often I find myself apologising for the communication breakdown. I say sorry in the hope that my basic good manners will eliminate the *exasperation of the hearing person in front of me. (1)It usually does, and we're soon fumbling for another way to communicate, but (2) isn't it troubling that the *oh-so British institution of politeness extends to deaf people apologising for the very inaccessibility that discriminates against them?

I didn't always think this way. When I was first (I) having to wear hearing aids as a teenager, challenging systemic discrimination would have felt *insurmountable. Self-conscious, I hid the tech underneath my curly blonde hair, and avoided questions about an identity I was yet to understand myself. A quick "sorry" to move things on was (3) so much easier. It never got any less awkward to utter, only compounding the shame I already felt around my deafness. But connecting with other young deaf people through the National Deaf Children's Society helped my identity to blossom – and my confidence with it.

It opened my eyes to the *myriad ways in which deaf people are shut out of the conversation. It helped me see that my limited British Sign Language (BSL) skills were still an achievement – I was at least doing something to break down the communication barrier, which is more than can be said for most hearing people. My new deaf friends encouraged me to stop apologising for being inclusive, and even more, made me realise I had to stop saying sorry for being myself – my communication needs are nothing to be sorry for.

Part of learning how to stop apologising came through a greater understanding of the social model. That (4) it isn't my own condition(s) as a deaf and disabled person that disables me, but rather the world we live in. In the burrito bar, for example, the masked staff members and loud music made my deafness disabling.

Of course, there are other ways I could have detailed my access needs without an apology: "I'm deaf, could you repeat that please," being one of them. But transitioning to C7

that script as a deaf person – never mind an autistic one, who swears by routines – hasn't been easy. Unlearning remains an ongoing process, and an uncomfortable one at that.

I hope that in the long term I'll be able to shed the shame and embarrassment I carry as a result of apologising, as I learn to advocate for myself more confidently. But ultimately, more work has to be done by hearing and non-disabled people to remove these barriers so I don't have to feel bad about asking for something to be repeated, or have to ask for conversations to move towards accessible formats such as written communication. We need to shift the narrative that (　　Ⅱ　　).

But as we work in that direction, I'm done saying sorry.

Any (5) (　)(　)(　)(　)(　)(　), if I can encourage hearing people to reconsider their position as the default. By exposing our *ableist attitudes and infrastructure, I can encourage non-disabled people to think about how we view deaf and disabled people in our society, and sit with their own unease. I hope my advocacy will help change societal perspectives. Deaf people deserve better – and, at the very least, a more comfortable burrito dinner.

(Liam O'Dell, "I'm done saying sorry for being deaf – I want to change how society treats people like me," *The Guardian*, November 25, 2022 より一部改変) (Copyright Guardian News & Media Ltd 2025)

*frenzied　取り乱した
*oh-so　すごく，とても
*myriad　無数の
*exasperation　怒り
*insurmountable　克服できない
*ableist　健常者優位主義的な

問１　下線部(1)はどのようなことを意味しているか，本文に即して説明しなさい。

問２　下線部(2)で筆者が言いたいことはどのようなことか，次の（A）～（D）の中から最も適切なものを１つ選び，記号で答えなさい。

（A）Being able to communicate well by apologising is the British way of courtesy.

（B）For a deaf person to apologise is to discriminate against able-bodied people.

（C）It would not be a problem for a deaf person who cannot communicate well to apologise.

（D）It is not necessary to apologise for the inability of deaf people to communicate effectively.

C7

問３　空欄（　Ⅰ　）に入る最も適切なものを次の (A)～(D)の中から１つ選び，記号で答えなさい。

(A) doing away with　　(B) coming to terms with
(C) making up for　　(D) getting out of

問４　下線部(3) が意味することを説明した以下の文章の空欄（　あ　）と（　い　）に適切な日本語を入れなさい。

「（　あ　）ことより（　い　）ことのほうがはるかに簡単である。」

問５　下線部(4)を日本語に訳しなさい。

問６　空欄（　Ⅱ　）に入る最も適切なものを次の (A)～(D)から選び記号で答えなさい。なお文中の accessibility とは「物理的環境，輸送機関，情報及びその他のサービスにアクセスできること」を指す。

(A) deaf people are responsible for accessibility
(B) deaf people are not responsible for accessibility
(C) both hearing and deaf people are responsible for accessibility
(D) neither hearing people nor deaf people are responsible for accessibility

問７　下線部(5) の（　）内に，文脈に合うように以下の ①～⑥の語を最も適切な順序に並び替えて入れるとき，（ア）（イ）（ウ）に入る語の番号を答えなさい。同じ選択肢を複数回使用しないこと。

Any（ア）（　）（イ）（　）（ウ）（　）, if I can encourage hearing people to reconsider their position as the default.

① is　② discomfort　③ it　④ feel　⑤ worth　⑥ I

C7

———このページは白紙———

2 次の英文を読み，以下の問いに答えなさい。

650 million women and girls alive today were married before their 18th birthday. That's one of the startling figures contained in a 2021 UNICEF report about child marriage. Africa's *sub-Saharan region is home to nine of the ten countries with the highest rates of child marriage in the world.

Ingrained traditions and cultural practices typically entrench such early marriages. State or customary laws in 146 countries allow girls younger than 18 to marry with the consent of their parents or other authorities. In 52 nations, girls under 15 can marry with parental consent.

Early marriage among boys is also widespread, though the numbers are far lower than they are for girls and young women.

And (1) it is girls and young women who pay the heaviest costs for early marriage. Girls who marry before 18 are more likely to be subjected to domestic violence and less likely to continue schooling than their peers. They have worse economic and health outcomes, a burden they almost inevitably pass on to their children.

Early marriage has been linked to poorer cognitive development and *stunting among the children of such women.

Today, the practice is declining thanks to national and international policies, global treaties and, since 2016, the UNFPA-UNICEF Global Programme to End Child Marriage. But gains have been slow in sub-Saharan Africa.

(2) What is it that drives the practice in the region? That's what we examined in a recent study. Using statistical analysis, we looked at the socio-economic and *demographic determinants of early marriage among young women the Democratic Republic of Congo (DRC), Malawi, Mali and Niger. Each of the four countries has sought to introduce measures to discourage early marriage, but their challenges remain formidable.

We explored several possible explanations and *variables: age at first intercourse, education and literacy, women's current age, region and type of place of residence, family wealth index, ethnicity, employment status, and even mass media exposure.

C7

One factor stands out across the four countries in our study: education. Women without formal education are more likely to marry early than those who completed secondary or higher education.

The four countries have a great deal in common, including high poverty levels and substantial under-15 and rural populations.

In each country, around 50% of people are younger than 15, and around half of the countries' respective populations live in rural areas (a full 84% in the case of Malawi).

Among the four countries in our study, Niger has the highest child marriage *prevalence worldwide – 76% of girls are married before the age of 18. The rates stand at 52% in Mali, 42% in Malawi, and 37% in the DRC.

For our analysis, we turned to the most recently available demographic and health surveys from each of the four countries. We then applied a framework that seeks to describe the important social-cultural and cognitive variables and their interrelationships that underlie behaviours and decisions around reproductive health.

The answers we found as to why early marriage is so commonplace in these countries were not always clear-cut. What's more, there were (3) lots of statistical variations across the four countries and contradictions, as was to be expected.

For example, the average age of first marriage ranged from 15.3 in Niger to 17.1 in Malawi. There was also a range in the percentage of women from the poorest wealth category in the countries who had been married by 18: Niger (90.9%), Mali (80%), DRC (70.3%), Malawi (63.1%).

Rates of early marriage dropped among women from richer categories, but were still high: Niger (72.7%), Mali (65.4%), DRC (60.3%) and Malawi (42.5%).

The study also showed that young women living in rural areas were likely to marry earlier than those from urban areas.

These variations' social, economic, and cultural *underpinnings are likely complex and would need some unpacking. In some cultures, for example, girls are married off young as they are considered to be more likely to be virgins still and can thus fetch a higher payment of what's known as the bride price.

C7

Amid the many statistical variables that emerged, we were especially struck by

(4) the relationship between educational levels and average age at first marriage.

We found that the average age at first marriage in Niger, Mali, DRC, and Malawi increased from young people with no education (15.1, 15.4, 16.2, and 16.4, respectively) to those with secondary and higher education (17.0, 16.6, 17.1 and 18.5 in that order).

In addition, we saw that the highest prevalence of early marriage (by 18 years) was found among young women with no education (90.6%, 80.3%, 70.9%, and 70.3%). It was lowest among women with secondary and higher education (64.2%, 62.9%, 58.9%, and 30.2%).

Malawi is the only one of the four countries where school education is universal, accessible and compulsory.

Education offers young women opportunities in life. In some African cultures, (ア), allowing girls to finish or even attend school is discouraged as it is feared that an educated girl is less likely to get a husband or be a good wife.

In Malawi, less than 15% of women have any secondary school education, and 42% of girls are married before the age of 18 – the twelfth highest rate of child marriage in the world.

There is an urgent need for governments in these countries to introduce programmes that promote delaying the age at which girls first have sex and to equip adolescents with knowledge about responsible and safer sex.

Policymakers should also work to promote prolonged enrolment in school for adolescent girls. And, crucially, laws are needed – and must be enforced – that criminalise child marriages.

(Sathiya Susuman Appunni, "Child marriage comes with a heavy cost for young girls in Africa – but there's one clear way out," *The conversation,* September 27, 2022 より一部改変)

*sub-Saharan　アフリカ大陸のサハラ砂漠より南にある地域の総称

*stunt　発育阻害　　*demographic　人口統計の　　*variable　変数

*prevalence　流行，横行　　*underpinning　基礎，基盤

C7

問１　下線部(1)はどのようなことを意味しているか，説明しなさい。

問２　下線部(2)の問いに対する答えを求めて筆者たちは調査を行ったが，最新の結果で明らかになった要因のうち，特に目立つものは何か。本文中の単語１語で答えなさい。

問３　下線部(3)で指摘されているようなことは，どのような点に現れていると筆者は述べているか。本文に即して３点，指摘しなさい。

問４　下線部(4)に関して，筆者たちはどのようなことを発見したか。本文に即して２点，簡潔に説明しなさい。

問５　空欄（　ア　）に入る最も適切な語を次の (A)～(D)の中から１つ選び，記号で答えなさい。

(A) consequently　(B) therefore　(C) whatever　(D) however

問６　本文の内容から正しいと判断できる英文を次の１～６の中から２つ選び番号で答えなさい。ただし英文中の the four countries surveyed とは，the Democratic Republic of Congo (DRC), Malawi, Mali, Niger を指す。

1　There are countries in the world where the law guarantees that girls under the age of 15 can get married if they consent.

2　Early marriage is also declining in sub-Saharan African countries.

3　No efforts are being made to reduce early marriage in the four countries surveyed.

4　One common feature among the four countries surveyed is the concentration of population in urban areas.

5　In sub-Saharan Africa, young women living in rural areas tend to marry men living in urban areas.

6　The author believes that early marriage should be treated as an illegal act.　C7

令和七年度（二〇二五年度）

東北大学文学部　ＡＯ入試（総合型選抜）Ⅱ期

筆　記　試　験

試験期日　令和六年十一月二日（土）
試験時間　十三時～十六時

注意

一　問題冊子は指示があるまで開かないこと。
二　問題冊子は十二頁からなっている。試験開始後、直ちに確認すること。
三　頁の落丁・乱丁および印刷不鮮明の箇所等に気付いた場合には、監督者に申し出ること。
四　解答用紙には、忘れずに受験記号番号を記入すること。
五　解答用紙を持ち帰ってはならない。終了後、問題冊子および下書用紙は持ち帰ること。

次の文章は、福永真弓が著した「かきまぜる―にごりの海の透明度」（酒井朋子・奥田太郎・中村沙絵・福永真弓（編著）『汚穢（おわい）のリズム―きたなさ・おぞましさの生活考』、左右社、二〇二四年）による。この文章を読み、次の問一、問二に答えなさい。なお、問一、問二ともに、改行のために生じる余白および句読点も文字数に含む。解答は縦書きで記すこと。

問一　「豊かな海」とはどのような海か。瀬戸内海環境保全特別措置法に「海を豊かにする」という方針が明記されるまでの経緯を含めて、六〇〇字以上、八〇〇字以内で説明しなさい。

問二　本文の内容を踏まえて、「人びとが依拠する複数の秩序の所在が露（あら）わになった」事柄として、あなたの知っている具体的な例を挙げ、それに対するあなたの見解を、一四〇〇字以上、一六〇〇字以内で述べなさい。なお、**解答の冒頭には自分の見解にふさわしい題名をつけなさい。**

かきまぜる―にごりの海の透明度

都市の海を読む

べた凪（なぎ）の時、瀬戸内の波は不思議な粘り気を帯びる。触れば潮水はさらさらと手をすり抜けていくのに、波はもったりと弾力があるように見えるのだ。風が渡れば水面はさざめくが、すぐにとろりと元の姿に戻る。与謝蕪村（よさぶそん）が「のたりのたり」と詠んだ春の海は丹後半島の海だった。彼（か）の海よりも瀬戸内の春の波は穏やかだけれども、眠気を誘う安穏さをも表現した

「のたりのたり」を超える言葉は残念ながら思いつかない。

もちろん、瀬戸内は穏やかさばかりの海ではない。同じ凪の日でも、島の間など海流がぶつかるところには常に渦が出ているし、行き交う波の速さと複雑さはタンカーですら惑わせる。場所によって大きく異なる、潮の緩急こそ瀬戸内の魅力とも言えよう。それでも他の海に比べれば、しごく穏やかな印象が先に立つ。島々の影をいくつも抱え、古代より交通の要所となり、ハマに生きる人びとを養ってきた海。そんな瀬戸内の海こそ、引っ越し先の岩手県で太平洋を知るまで、わたしにとっての海だった。

研究者となり、神戸と大阪という二つの都市を背負う須磨浦の海を訪ね始めたのは、勝手に慕わしく思ってきた海のことをきちんと知りたいと思ったからだった。すぐに、終わらない都市化のなかで、それでも漁師であり続けてきた人びとの営みに惹(ひ)かれ、当時始めようとしていた藻類養殖研究のサイトの一つにすることに決めた。コンクリートの岸壁、テトラポッドの岩礁、浮かぶ人工島、付け替えられた河口域、直線と四角で整えられた沿岸。瀬戸内海は風光明媚(ふうこうめいび)で知られるが、その実、どこまでも人工的な空間に塗り替えられ、経済の論理に見合うよう整えられた都市水域や工場地帯を多く抱える。港湾、重工業用地、発電、漁業、観光、人間側の用途によって幾重にもゾーニングされ、目的外利用を制限された水域も、魚たちにとっては自分たちにとって住みよいかだけが問題となる。ゴチ、ヒラメ、カレイ、メバル、アイナメ、キス、マダコ、コウイカ、ウマヅラハギ、シタビラメ、イカナゴ、タチウオ、ベラ、などなど、人間が美味(おい)しく付き合ってきた魚種は数多く、多様な食文化を支えてきた。頭上を飛行機が飛ぶ海で、タンカーがおこす大きな波に揺れながら漁師は網をおこす。魚と知恵比べ、腕比べをする漁師たちの船が高層ビルを背景に行き交う。

この文章を書いている今はもう三月。そろそろ瀬戸内の水面近くにサヨリが戻ってくる頃だ。冬の間サヨリは海の深いところにいて、春になると上がってくる。キラキラと光る群れは岸壁や養殖筏(ようしょくいかだ)の間を泳ぎ、季節の味覚として人びとを楽しませる。サヨリが上がってくる頃、ノリの収穫は終盤にさしかかり、漁師たちの頭の中では、次の漁の作業日程が組まれて

いる。同時にその眼は、季節の変わり目に日々変容していく風や波の様子、移動したりこれから姿を現したりする魚たちの動向に向けられている。複数の生きものに焦点を合わせ、その生きものがつながる数多の他の生きもの、潮の流れ、浚渫(しゅんせつ)される海底、チッソやリンなどの栄養塩とそれらをもたらす陸の状況など、多様なものに目配りする。複雑な関わりをそのようなものとして把握し、自分の感覚を埋めては、おさえるべき関係性の要所となすべき振る舞いを確かめ、先行きを読む。都市の海の波を読む、漁師たちの日々の営みだ。

海がにごる時

知り合いから連絡があったのは、そんな漁師の日々の営みを書き起こしていた時だった。ちょうど二年前の今時分、サヨリが海面を跳ね始めた頃である。記者を紹介するから、瀬戸内海の環境問題についてどう解釈をすればいいか、アドバイスをくれないかと言う。解釈、という言葉に首を傾(かし)げたし、わたしでは力不足だろうと思ったが、とりあえず話のとっかかりになるならと、オンラインで話をしてみることにした。

パソコン画面に現れた記者は、報道番組をつくるために瀬戸内海の取材を始めたばかりだと言う。記者が語るには、瀬戸内海では魚が獲(と)れなくなっている。ノリの色落ちやアサリ、カキの不作も続いている。どうも海がきれいになりすぎたようだ。そのため、兵庫県では水質の基準値を変え、栄養塩管理を行っている。ついては、この栄養塩管理について取材をしたい。整理をすると概(おおむ)ねそのような説明だった。

一通り説明し終えた後、その記者はきゅっと眉間を寄せた。

「でも、結局、下水処理水を調整して栄養塩を流すっていうことは、汚れを流すこと、せっかくきれいにした海をまた汚すことではないのでしょうか」

ははあ、なるほど。「解釈」という言葉が使われた理由がわかった。旬だが、意見も分かれる話題だ。記者は続けた。

「私もまだ理解が及んでいないのですが、汚い水を流すようにするということには、やはり抵抗があります。富栄養化が止まらずに海がにごれば、観光などにも影響があるのではないか、と懸念もあるようですし……」

汚い水。海のにごり。本人は無意識だっただろう。しかし、その口ぶりからは、「汚さ」をめぐる二つの日常感覚が、記者に戸惑いを与えているのだと知れた。すなわち、汚いものは浄化するほどきれいに近づく、という感覚と、汚いの反対はきれい、という感覚だ。これら二つの日常感覚は、誰しもが当たり前だと思っているもので、日々の生活を支える大事な感覚でもある。自分が埋め込まれている秩序と密接に結びつく感覚だからだ。衣服が汚れたら洗濯するし、汗臭い汚れがおちればきれいになったと思う。だが今回の場合、こうした日常感覚がきちんと働いたからこそ、記者は栄養塩管理という方法になんとなく不安を感じていて、どのような態度で取材に臨むべきか決めかねた。だから誰かの解釈を聞きたい、ということのようだった。

記者が抱えていた日常感覚のうちの一つ、汚いものは浄化すればするほどきれいに近づく、という感覚。この感覚をもってみれば、汚水として出された水は、きれいになればなるほど水としての価値を回復したものとみえる。私たちの台所や風呂、トイレから排出されたものは下水処理場に送られ、産業排水は施設内で浄化され、両者とも海や河川に放出される。浄化水は再生水として、河川を維持して健全な水循環を支える環境用水となり、あるいは工業用水や農業用水にもなる。通常の下水処理に加えて、さらに砂ろ過処理およびオゾン処理がなされ、無色透明で無臭になると、東京都が行っているように清流復活事業のための水になる。親水空間や水辺の生態系回復のため、露出するに足るきれいな水資源となるのだ。すなわち、汚水は科学技術を介して浄化され、汚さを脱し、きれいに近づく。浄化度はコストや技術的限界により制限されるが、その制限さえなければ、水はきれいになればなるほどよいのである。

他方、そのような感覚があると、当時、瀬戸内海で試みられ始めていた栄養塩管理の手法には、直観的に「いいね」とうなずきにくくなる。栄養塩管理とは、主に冬季に、これまでひたすら除去してきた全リンや全チッソを処理水中に残して濃

度を上げ、海に放流するということだ。ノリの成長に必要な栄養塩の供給や、生態系の基盤となる植物プランクトンを増やして二枚貝やカキ、魚の資源量を回復しようというものだ。浄化度は高ければ高い方がよい放流水、というこれまでの考え方からみれば、栄養塩類のリンやチッソが残った水に対して、ちょっと複雑な思いを抱くのも道理だ。だからこそ、おそらく誰かが先に記者にそのような表現をしたのだろうと思うが、いささか挑発的な表現、すなわち、わざと汚れを残した「汚い水」で、「海を汚すのか」という表現がなされる。

さて、もう一つの日常感覚はより根本的なものだ。すなわち、汚いの反対はきれい、という感覚である。これもまた、わたしたちがほぼ共通して抱えている、当たり前の感覚だ。だが、栄養塩管理を支えているのは、汚い、きれいという対立項ではない。豊かな海という思想だ。

星野芳郎が著書『瀬戸内海汚染』（岩波書店、一九七二年）に記したように、瀬戸内海はかつて「瀕死（ひんし）の海」と呼ばれた。その頃、人びとが求めたのは「きれいな海」だった。汚水、悪水、黒水、濁水。戦後の復興開発と共に都市化が進んだ一九五〇年代から、瀬戸内海には、生活排水、産業排水、廃油、底質汚染を引き起こす廃棄物が流れ込んだ。開発にともなって砂浜は失われ、エビやシャコが姿を消した。産業排水の流れ込んだ水域では魚が獲れなくなり、サザエは掴（つか）めばグシャリと潰れた。脊髄の骨折や腫瘍の発生が頻繁に魚に見られた。富栄養化は深刻化し、赤潮が各所で発生した。泳げば黒いタールの粒が裸の胸につき、ヘドロ化した海からは異臭が漂った。

沿岸の開発地帯の漁民たちは失われたかつての海を取り戻すべく、企業や国を相手に闘争を繰り広げた。一九七〇年に瀬戸内海水産開発協議会が『公害にさらされる瀬戸内海の漁業―現状と対策』にまとめたところによると、一九六九年時点で汚濁水域が五八箇所、汚濁源が二一六〇、そのうち産業排水が五〇パーセントを超えていた。漁民たちが、海がドブ池になった、海はもう死んだ、と語った海の姿がそこにあった。ゆえに、漁民たちが取り戻したかった「きれいな海」というのは、「瀕死の海」になる前の、資源の豊かな海とほぼ同義だった。

一九七〇年の公害国会を契機に、水質汚濁防止法（一九七〇年）および瀬戸内海環境保全特別措置法（一九七三年）が制定され、生活排水、産業排水などすべての汚濁発生源について削減対策が行われた。化学的酸素要求量（ＣＯＤ）[1]を基準に、赤潮の原因となるプランクトンを増殖させる全チッソ・全リン（ＴＮ・ＴＰ）[2]などの総量規制を行い、陸域から海へ排出する水を「きれいな水」にすることが目指されたのだ。その甲斐（かい）あって、一九八〇年代には水質は大きく改善し、赤潮の発生も減った。

ところが、全チッソ・全リンの値を下げても、ＣＯＤが下がらない。「きれいな海」を目指してきたが、一九八〇年代半ば以降、漁獲量は減り続け、ノリの色落ちやアサリやカキなどの不作も続いた。「きれいな海」という目標が海を貧しくしているのではないか。汚い／きれいの二項対立的思考ではない、海の状態を評価する他の言葉、別の思考が必要ではないのか。

試行錯誤の後、選ばれたのは漁師たちにとって身近な言葉である「豊かな海」という表現だった。

二〇一五年には瀬戸内海環境保全特別措置法の一部を改正する法律が成立し、「海を豊かにする」という方針が明記された。兵庫県はこの改正を受けて、二〇一九年から全リンや全チッソ除去の値に下限を設け、海の生態系を支える植物プランクトンを増やせるよう、排水などの栄養塩管理の試験的運用を始めた。二〇二一年六月にはさらに瀬戸内海環境保全特別措置法が改正され、特定の海域への栄養塩類供給が可能となった。他の府県に先駆け、兵庫県は二〇二二年一〇月に「栄養塩類管理計画」を策定し、栄養塩類の供給量を増やす試みを始めた[3]。

厄介なのは、豊かさを充（み）たす水は、水の「きれい」を一般的に測る視覚的指標となる透明性や色味という点からみると、「きれい」というカテゴリにあてはまりにくい状態にあるということだ。豊かな海は時ににごっている。しかしそのにごりは、公害や赤潮の時のにごりではない。生きものが数多く棲（す）み、連鎖していくあまたの関係性を含むからこその「にごり」だ。

記者の話を聞きながら、私の頭の中に蘇（よみがえ）ってきた光景があった。春の終わりのある日、須磨浦の漁師たちと岸壁から海

をのぞき込んだ時のことだ。初夏を思わせる陽気だった。水面の揺れにあわせて、反射した日光がギラリギラリと白く眼を刺していた。船をつなぎ止めるとも綱がゆらゆらと揺れていて、その下の岸壁の肌はくっきりと一〇メートルほど、もっと下まで見えていたかもしれない、そんな透明度だった。素人目にはとても美しかった。

しかし、のぞき込んでいた漁師たちは、その透明度に首をかしげていた。植物プランクトンが増え、動物プランクトンも増え始めているはずだからだ。クロロフィルで染まった海はさらにもったり度を増し、にごる。そのような季節のはずだった。とりわけ陸の近くの透明度が高いということは、漁師たちにとっては良くないサインだった。

「きれいになって良い海になった、と言う人もいますしね、観光だったらそれでいいんでしょうけど、でも、沖縄の海のような透明度は、この海のものじゃあないし、正直、いらないですよ」

漁師の一人はそう言うと、また岸壁から海底をのぞき込んだ。

欲しいのは豊かな海。普段からそう語る漁師たちにとって、その透明度は海が豊かでないことを示すものだったのである。今の季節はにごっていないといけない。そしてそのにごりは、単種のプランクトンの爆発的増加によるものではなく、魚たちを増やすような多様なプランクトン構成のもたらすにごりでなければならない。

わたしたちがきれいな海という言葉で思い浮かべるのは、たいていの場合、海底の岩場やそこに生える海藻までくっきりと見える透明度をもつ海だろう。その時、きれいと透明は同義だ。しかし、漁獲対象となる魚たちにとって、その透明度を保つ海が住みやすい環境かといえば、必ずしもそうではない。少なくとも瀬戸内海においては、透明度ある「きれいさ」と漁師がのぞむ「豊かさ」は一致しない。それは漁師の肌感覚でもそうだし、科学的にもそうなのだ。

瀬戸内海の漁師たちが守りたいのは、地域に豊かな水産資源をもたらす海だ。ゆえに、漁師たちにとって重要なのは、汚い／きれいという二項対立的思考のもとでは一方的に汚いとみなされてしまう、生きものを育む雑多で賑（にぎ）やかな世界をうみだすことだ。それが漁師たちの「日々の海」の再生なのである。

豊かさと脱汚穢化

減少した水産資源を取り戻すために、陸域からの栄養塩流入を増やし、貧栄養化対策を順応的に行う。「豊かな海」を目指すという政策の大きな方針転換は、漁獲量の減少に苦しんできた漁師たちにとって、打てる手の一つをようやく打てた、というところだろう。効果は未知数だが、気候変動でさらなる不確定要素が増えているなか、とにかくできることを模索したいと考えていただろうから。しかし同時に、栄養塩管理の実施が、専門家や市民の間でさまざまな反応を引き起こしてきたことも事実だ。

各府県の関係者の受け止め方も、経験してきた歴史的背景や記憶にある海の姿、従事する仕事の内容により異なる。たとえば、同じ漁業者でも赤潮に苦しんできた経験ゆえに、栄養塩管理というアイディア自体に抵抗を覚える人びともいる。今の生業へのリスクを懸念するからだ。

また、海域のすべてが同じ貧栄養化の状態にあるわけではない。場所によって、季節によって、潮の流れによって、異なる状態の海域が複雑に入り組んでいるのが瀬戸内海の特徴だ。貧栄養化は、陸域からの河川や雨水、人間の流入の変動、低次から高次の生物相の変化、ダム建設や浅場の埋め立て、護岸工事などの環境変化などの歴史的・同時代的影響が複雑に絡む。たとえば植物プランクトンの増産を目指す、といっても、プランクトンの種類も含めて、生物相の構成は大きく変わってきた。しかも、人間側からの働きかけが、もくろみ通りの効果を生むかと言われれば、定かではない。取り戻したい漁獲量や魚介の種類の歴史的参照点を見いだせたとしても、その頃の水質や栄養塩の状況を可能にしていた環境、すなわち、干潟や海底、河川はもはやその頃の形態ではない。つまるところ、現在の環境においてその参照点に近づけるのかも、順応的管理という名の社会実験のただ中で模索し続けるしかない。解決策ではなく、社会「実験」と言わねばならない難しさがあるのだ。

しかもこの社会実験では、私たちが平生埋め込まれていた秩序を確認し、他者が依拠する秩序と交流しながら、みずからの秩序を再構成することも求められる。瀬戸内海の栄養塩管理は、海の環境ガバナンスを牽引（けんいん）してきた秩序、きれい／汚いに、豊かさというもう一つの柱が加わることで、人びとが依拠する複数の秩序の所在が露わになった例とも言える。漁師たちが埋め込まれてきた「豊かさの秩序」にそった政策は、きれい／汚いを当たり前だと内面化している人びとにとって、違和感のあるもの、もっと言えば、のぞましくないものに映る。漁師にとっては逆に、海の生きものや資源の貧しさを表すのが、きれいさを支える透明度や色味なのだ。異なる秩序の中にある人びとがいかに対話し、海のための秩序を再構成できるのか。きれい／汚いという秩序は、感情や感覚の在りようを深く左右するから、合意形成の難しさも引き連れてくる。

おまけに、この緊張関係は、表面的な海の様相を問うものではない。瀬戸内海に棲まう数多くの生きものたち、私たちの文化を支えてきた生きものたちと、どのような関係性をこれまで結び、これから結びたいのか。海との付き合い方、海という存在そのものとの関わりを私たちに問うものだ。

もっとも、漁師たちは栄養塩管理ですべてが解決するなどとは思っていない。むしろ、安易な解決方法と見てしまうことを警戒している。それというのも、前例があるからだ。

かつて「瀕死の海」と呼ばれた時、目に見えて汚く、生きものたちの死骸で、ヘドロで臭くなった海の一部は、人びとから疎まれ、埋め立てられて整地された。埋め立ては、汚れを手っ取り早くぬぐいさる手段であり、利用できる土地という新しい資源を生み出す手段でもあった。今、埋め立て地に囲まれた水域には青い水が広がり、一見きれいだ。だがその青さは、貧酸素状態を繰り返し、魚も貝もいなくなった青さでもある。それは、汚れたもの、すなわち、のぞましくないもの、（人間にとって）生産性のなくなった荒れ地、うつくしくないもの、忌避したいものとして海を簡単に見えなくし、さしあたりきれいにしようとした結果だった。一見、合理的で手っ取り早い解決方法に見えた埋め立ては、移動しながら生きものの生命を奪う貧酸素の塊を生む装置になってしまった。

青い水域を身近に見るからこそ、漁師たちは栄養塩管理が万能薬になると考えているわけではない。海は人間がたやすく管理できるようなものでなく、むしろわからないものであらねばならないし、そうあることが普通だと言う。漁師たちは言う。魚との知恵比べもうまくいかないことが多いのに、どうして海について人間が「わかる」なんて言えるだろう。わかっていることなんて、微々たるものでしかない。わからないからこそ、わかるところを大事にする。その繰り返しが、海との暮らしだ。

汚れをぬぐう。きれいにする。手っ取り早く脱汚穢化しようとしても、良いことはおきない。汚すのはあっという間、戻すのは一〇〇倍、いや、もっと大変。わからないところが多いのだから、当然のことだ。栄養塩管理もまた、手っ取り早い万能薬たれと願ってしまえば、かつての埋め立てと同じことになってしまう。

だから栄養塩管理を安易な脱汚穢化の手段としてはならない。人間がわからないような、奥深く捉えがたい海の懐から、生きものは再び生み出されてくる。その根本的な潜勢力のようなものを、豊かな海として育まなければならない。日々、奥深い海との応答に心を躍らせ続けられるように。そう願いながら漁師たちは海に出る。

世界的にも類を見ないと呼ばれる水産資源を誇ってきた瀬戸内海。今年の春もサヨリは水底から水面に戻ってきただろうか。天然のワカメも今を盛りと水底に揺れているだろう。残り少ない、冷凍保存していたデビラ(4)をあぶりながら、春の瀬戸内を思う。もう少ししたらギザミ(5)も食べられるかな。チリチリと音すらも香ばしい、瀬戸内の水底からわきあがる、海の力の証(あかし)。人間が奪ったその力を、少しでも取り戻す。栄養塩管理という社会実験は、まだ始まったばかりだ。

著者による注

（1）有機物量そのものを指す。

（2）有機物の生成速度を示す。

（3）チッソ〇・二mg／ℓ、リン〇・〇二mg／ℓを下限とする水質目標値を定め、環境基準（上限値）と水質目標値（下限値）の範囲内で栄養塩をコントロールすること。

（4）瀬戸内海には豊富なカレイ類が棲息（せいそく）している。その一種、タマガンゾウビラメを干した干物で、尾道名物。固いので、トンカチで叩いて柔らかくしてからあぶると、まるっと食べられる。

（5）キュウセンのこと。ベラとも言う。関東では食べないが、瀬戸内海では食卓に並ぶ。焼いて麦味噌（むぎみそ）と一緒にすりつぶして湯を加え、麦飯にかける料理をさつまと言う。筆者の大好物。

（福永真弓「かきまぜる―にごりの海の透明度」による）

令和７年度
ＡＯ入試問題集
（教育学部）

公表期限：2028 年 3 月末

東北大学アドミッション機構

令和７年度（2025 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６年 11 月２日

志願学部	試験時間	ページ数
文学部 教育学部 法学部	10：30～11：30 （60 分）	11 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 11 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」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. 特に指示がある場合以外は，日本語で記入してください。
8. 解答に字数の指定がある場合は，句読点，数字，アルファベット，記号も１字として数えてください。
9. 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」は持ち帰ってください。

C7

———このページは白紙——

———このページは白紙——

1 次の英文を読み，以下の問いに答えなさい。

"Sorry, I'm deaf," I say. I gesture to the apparatus in my ear – the universal sign for my hearing aids not working quite as well as they should, hoping the mildly annoyed waiter in front of me repeats his question with a little less visible frustration.

I'm in a burrito bar trying to order dinner, but this kind of exchange can occur in any customer service scenario. Harried staff want to get the orders in, and customers behind me are hungry. Hearing people perhaps don't notice how *frenzied daily communication is in our fast-moving society. But it has a significant impact on deaf people like me, who regularly struggle to access information.

Too often I find myself apologising for the communication breakdown. I say sorry in the hope that my basic good manners will eliminate the *exasperation of the hearing person in front of me. (1)It usually does, and we're soon fumbling for another way to communicate, but (2) isn't it troubling that the *oh-so British institution of politeness extends to deaf people apologising for the very inaccessibility that discriminates against them?

I didn't always think this way. When I was first (I) having to wear hearing aids as a teenager, challenging systemic discrimination would have felt *insurmountable. Self-conscious, I hid the tech underneath my curly blonde hair, and avoided questions about an identity I was yet to understand myself. A quick "sorry" to move things on was (3) so much easier. It never got any less awkward to utter, only compounding the shame I already felt around my deafness. But connecting with other young deaf people through the National Deaf Children's Society helped my identity to blossom – and my confidence with it.

It opened my eyes to the *myriad ways in which deaf people are shut out of the conversation. It helped me see that my limited British Sign Language (BSL) skills were still an achievement – I was at least doing something to break down the communication barrier, which is more than can be said for most hearing people. My new deaf friends encouraged me to stop apologising for being inclusive, and even more, made me realise I had to stop saying sorry for being myself – my communication needs are nothing to be sorry for.

Part of learning how to stop apologising came through a greater understanding of the social model. That (4) it isn't my own condition(s) as a deaf and disabled person that disables me, but rather the world we live in. In the burrito bar, for example, the masked staff members and loud music made my deafness disabling.

Of course, there are other ways I could have detailed my access needs without an apology: "I'm deaf, could you repeat that please," being one of them. But transitioning to C7

that script as a deaf person – never mind an autistic one, who swears by routines – hasn't been easy. Unlearning remains an ongoing process, and an uncomfortable one at that.

I hope that in the long term I'll be able to shed the shame and embarrassment I carry as a result of apologising, as I learn to advocate for myself more confidently. But ultimately, more work has to be done by hearing and non-disabled people to remove these barriers so I don't have to feel bad about asking for something to be repeated, or have to ask for conversations to move towards accessible formats such as written communication. We need to shift the narrative that (　　Ⅱ　　).

But as we work in that direction, I'm done saying sorry.

Any (5) (　)(　)(　)(　)(　)(　), if I can encourage hearing people to reconsider their position as the default. By exposing our *ableist attitudes and infrastructure, I can encourage non-disabled people to think about how we view deaf and disabled people in our society, and sit with their own unease. I hope my advocacy will help change societal perspectives. Deaf people deserve better – and, at the very least, a more comfortable burrito dinner.

(Liam O'Dell, "I'm done saying sorry for being deaf – I want to change how society treats people like me," *The Guardian*, November 25, 2022 より一部改変) (Copyright Guardian News & Media Ltd 2025)

*frenzied　取り乱した
*oh-so　すごく，とても
*myriad　無数の
*exasperation　怒り
*insurmountable　克服できない
*ableist　健常者優位主義的な

問１　下線部(1)はどのようなことを意味しているか，本文に即して説明しなさい。

問２　下線部(2)で筆者が言いたいことはどのようなことか，次の（A）～（D）の中から最も適切なものを１つ選び，記号で答えなさい。

（A）Being able to communicate well by apologising is the British way of courtesy.

（B）For a deaf person to apologise is to discriminate against able-bodied people.

（C）It would not be a problem for a deaf person who cannot communicate well to apologise.

（D）It is not necessary to apologise for the inability of deaf people to communicate effectively.

C7

問３　空欄（　Ⅰ　）に入る最も適切なものを次の (A)～(D)の中から１つ選び，記号で答えなさい。

(A) doing away with　　(B) coming to terms with
(C) making up for　　(D) getting out of

問４　下線部(3) が意味することを説明した以下の文章の空欄（　あ　）と（　い　）に適切な日本語を入れなさい。

「（　あ　）ことより（　い　）ことのほうがはるかに簡単である。」

問５　下線部(4)を日本語に訳しなさい。

問６　空欄（　Ⅱ　）に入る最も適切なものを次の (A)～(D)から選び記号で答えなさい。なお文中の accessibility とは「物理的環境，輸送機関，情報及びその他のサービスにアクセスできること」を指す。

(A) deaf people are responsible for accessibility
(B) deaf people are not responsible for accessibility
(C) both hearing and deaf people are responsible for accessibility
(D) neither hearing people nor deaf people are responsible for accessibility

問７　下線部(5) の（　）内に，文脈に合うように以下の ①～⑥の語を最も適切な順序に並び替えて入れるとき，（ア）（イ）（ウ）に入る語の番号を答えなさい。同じ選択肢を複数回使用しないこと。

Any（ア）（　）（イ）（　）（ウ）（　）, if I can encourage hearing people to reconsider their position as the default.

① is　② discomfort　③ it　④ feel　⑤ worth　⑥ I

C7

———このページは白紙———

2 次の英文を読み，以下の問いに答えなさい。

650 million women and girls alive today were married before their 18th birthday. That's one of the startling figures contained in a 2021 UNICEF report about child marriage. Africa's *sub-Saharan region is home to nine of the ten countries with the highest rates of child marriage in the world.

Ingrained traditions and cultural practices typically entrench such early marriages. State or customary laws in 146 countries allow girls younger than 18 to marry with the consent of their parents or other authorities. In 52 nations, girls under 15 can marry with parental consent.

Early marriage among boys is also widespread, though the numbers are far lower than they are for girls and young women.

And (1) it is girls and young women who pay the heaviest costs for early marriage. Girls who marry before 18 are more likely to be subjected to domestic violence and less likely to continue schooling than their peers. They have worse economic and health outcomes, a burden they almost inevitably pass on to their children.

Early marriage has been linked to poorer cognitive development and *stunting among the children of such women.

Today, the practice is declining thanks to national and international policies, global treaties and, since 2016, the UNFPA-UNICEF Global Programme to End Child Marriage. But gains have been slow in sub-Saharan Africa.

(2) What is it that drives the practice in the region? That's what we examined in a recent study. Using statistical analysis, we looked at the socio-economic and *demographic determinants of early marriage among young women the Democratic Republic of Congo (DRC), Malawi, Mali and Niger. Each of the four countries has sought to introduce measures to discourage early marriage, but their challenges remain formidable.

We explored several possible explanations and *variables: age at first intercourse, education and literacy, women's current age, region and type of place of residence, family wealth index, ethnicity, employment status, and even mass media exposure.

C7

One factor stands out across the four countries in our study: education. Women without formal education are more likely to marry early than those who completed secondary or higher education.

The four countries have a great deal in common, including high poverty levels and substantial under-15 and rural populations.

In each country, around 50% of people are younger than 15, and around half of the countries' respective populations live in rural areas (a full 84% in the case of Malawi).

Among the four countries in our study, Niger has the highest child marriage *prevalence worldwide – 76% of girls are married before the age of 18. The rates stand at 52% in Mali, 42% in Malawi, and 37% in the DRC.

For our analysis, we turned to the most recently available demographic and health surveys from each of the four countries. We then applied a framework that seeks to describe the important social-cultural and cognitive variables and their interrelationships that underlie behaviours and decisions around reproductive health.

The answers we found as to why early marriage is so commonplace in these countries were not always clear-cut. What's more, there were (3) lots of statistical variations across the four countries and contradictions, as was to be expected.

For example, the average age of first marriage ranged from 15.3 in Niger to 17.1 in Malawi. There was also a range in the percentage of women from the poorest wealth category in the countries who had been married by 18: Niger (90.9%), Mali (80%), DRC (70.3%), Malawi (63.1%).

Rates of early marriage dropped among women from richer categories, but were still high: Niger (72.7%), Mali (65.4%), DRC (60.3%) and Malawi (42.5%).

The study also showed that young women living in rural areas were likely to marry earlier than those from urban areas.

These variations' social, economic, and cultural *underpinnings are likely complex and would need some unpacking. In some cultures, for example, girls are married off young as they are considered to be more likely to be virgins still and can thus fetch a higher payment of what's known as the bride price.

C7

Amid the many statistical variables that emerged, we were especially struck by

(4) the relationship between educational levels and average age at first marriage.

We found that the average age at first marriage in Niger, Mali, DRC, and Malawi increased from young people with no education (15.1, 15.4, 16.2, and 16.4, respectively) to those with secondary and higher education (17.0, 16.6, 17.1 and 18.5 in that order).

In addition, we saw that the highest prevalence of early marriage (by 18 years) was found among young women with no education (90.6%, 80.3%, 70.9%, and 70.3%). It was lowest among women with secondary and higher education (64.2%, 62.9%, 58.9%, and 30.2%).

Malawi is the only one of the four countries where school education is universal, accessible and compulsory.

Education offers young women opportunities in life. In some African cultures, (ア), allowing girls to finish or even attend school is discouraged as it is feared that an educated girl is less likely to get a husband or be a good wife.

In Malawi, less than 15% of women have any secondary school education, and 42% of girls are married before the age of 18 – the twelfth highest rate of child marriage in the world.

There is an urgent need for governments in these countries to introduce programmes that promote delaying the age at which girls first have sex and to equip adolescents with knowledge about responsible and safer sex.

Policymakers should also work to promote prolonged enrolment in school for adolescent girls. And, crucially, laws are needed – and must be enforced – that criminalise child marriages.

(Sathiya Susuman Appunni, "Child marriage comes with a heavy cost for young girls in Africa – but there's one clear way out," *The conversation,* September 27, 2022 より一部改変)

*sub-Saharan　アフリカ大陸のサハラ砂漠より南にある地域の総称
*stunt　発育阻害　　*demographic　人口統計の　　*variable　変数
*prevalence　流行，横行　　*underpinning　基礎，基盤

C7

問１　下線部(1)はどのようなことを意味しているか，説明しなさい。

問２　下線部(2)の問いに対する答えを求めて筆者たちは調査を行ったが，最新の結果で明らかになった要因のうち，特に目立つものは何か。本文中の単語１語で答えなさい。

問３　下線部(3)で指摘されているようなことは，どのような点に現れていると筆者は述べているか。本文に即して３点，指摘しなさい。

問４　下線部(4)に関して，筆者たちはどのようなことを発見したか。本文に即して２点，簡潔に説明しなさい。

問５　空欄（　ア　）に入る最も適切な語を次の (A)～(D)の中から１つ選び，記号で答えなさい。

(A) consequently　(B) therefore　(C) whatever　(D) however

問６　本文の内容から正しいと判断できる英文を次の１～６の中から２つ選び番号で答えなさい。ただし英文中の the four countries surveyed とは，the Democratic Republic of Congo (DRC), Malawi, Mali, Niger を指す。

1　There are countries in the world where the law guarantees that girls under the age of 15 can get married if they consent.

2　Early marriage is also declining in sub-Saharan African countries.

3　No efforts are being made to reduce early marriage in the four countries surveyed.

4　One common feature among the four countries surveyed is the concentration of population in urban areas.

5　In sub-Saharan Africa, young women living in rural areas tend to marry men living in urban areas.

6　The author believes that early marriage should be treated as an illegal act.　C7

令和７年度（2025年度）東北大学

AO入試（総合型選抜）Ⅱ期

筆記試験②問題

令和６年11月２日

志願学部	試験時間	ページ数
教育学部	13：00～14：30 （90分）	７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７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. 特に指示がある場合以外は，日本語で記入してください。
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——

近年，子どもの貧困が大きな問題となっているが，親が複数の職場を掛け持ちしなければ十分な収入が得られない場合，共食は難しいだろう。孤食は「共食を大事にしなくなった人」「子どもの食事をないがしろにしている家庭（あるいは母親）」の問題ではなく，恒常的な長時間労働，ワークライフバランスの欠如，貧困といった社会の病を背景にしている。このことを忘れてはならないだろう。

（出典：外山 紀子　「家族と共食」　外山 紀子・長谷川 智子・佐藤 康一郎　編　『若者たちの食卓　自己、家族、格差、そして社会』　ナカニシヤ出版，2017 年，106-107 頁より作成。）

【設問】

問 1

下線部（1）に「孤食・共食の状況は家族機能をよく代表するのである」とあるが、この筆者の主張はどのような根拠に基づいているか。本文の内容に基づいて 100 字程度で説明しなさい。

問 2

下線部（2）に「調査で示されたことは関連性であって因果ではないこと」とあるが，これはどのような意味だと考えられるか。本文の内容に基づいて 120 字程度で具体的に説明しなさい。

問 3

示されている図は，社会生活基本調査に基づく小学生・中学生の共食・孤食の状況を表したものである。この図からどのようなことが読み取れるか説明しなさい。

問 4

近年の日本国内の孤食に関して，今後解決すべき問題としてどのようなものが挙げられるか。また，その解決のために日本の学校や教育者にはどのような役割やあり方が期待されるか。文章および図の内容をふまえ，あなたの考えを 400 字程度で述べなさい。

令和７年度ＡＯ入試（総合型選抜）Ⅲ期面接試験

令和７年２月１０日

（試問 B）

課　題　論　文

教　育　学　部

作　成　時　間
10：00～11：00 （60 分）

注　意　事　項

1. **開始の合図があるまで、この問題冊子、答案紙を開いてはいけない。**
2. この問題冊子は３ページである。下書き用紙は別に配付する。下書き用紙は８ページである。なお、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ること。
3. 解答は、かならず**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ない。
4. **答案紙は１枚である。答案紙の受験記号番号欄には、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すること。**
5. 解答は、必ず**答案紙の指定された箇所に**記入すること。
6. **答案紙を持ち帰ってはいけない。**
7. 終了後は、この問題冊子と下書き用紙を持ち帰ること。

問題

現代社会では人工知能（AI）が急速に発達しています。人工知能は医師が患者の病気を診断する際の支援や自動車の自動運転などで利用され、人間社会にメリットをもたらしています。他方、人間の仕事が人工知能に取って代わられて失業したり、人工知能を使ってフェイク・ニュースやフェイク動画が作られ、誤った情報が社会に拡散されたりするなどのデメリットも指摘されています。

以上を踏まえ、人工知能の導入が学校教育にもたらすメリットとデメリットについて具体例を用いて述べ、さらに、学校で教師や生徒たちが人工知能を有益に利用するにはどうすればよいか、他の人も納得するようにあなたの考えを説明しなさい。

令和７年度
ＡＯ入試問題集
（法学部）

公表期限：2028 年 3 月末

東北大学アドミッション機構

令和７年度（2025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６年11月２日

志願学部	試験時間	ページ数
文学部 教育学部 法学部	10：30～11：30 （60分）	11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11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」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. 特に指示がある場合以外は，日本語で記入してください。
8. 解答に字数の指定がある場合は，句読点，数字，アルファベット，記号も１字として数えてください。
9. 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」は持ち帰ってください。

C7

———このページは白紙——

———このページは白紙——

1 次の英文を読み，以下の問いに答えなさい。

"Sorry, I'm deaf," I say. I gesture to the apparatus in my ear – the universal sign for my hearing aids not working quite as well as they should, hoping the mildly annoyed waiter in front of me repeats his question with a little less visible frustration.

I'm in a burrito bar trying to order dinner, but this kind of exchange can occur in any customer service scenario. Harried staff want to get the orders in, and customers behind me are hungry. Hearing people perhaps don't notice how *frenzied daily communication is in our fast-moving society. But it has a significant impact on deaf people like me, who regularly struggle to access information.

Too often I find myself apologising for the communication breakdown. I say sorry in the hope that my basic good manners will eliminate the *exasperation of the hearing person in front of me. (1)It usually does, and we're soon fumbling for another way to communicate, but (2) isn't it troubling that the *oh-so British institution of politeness extends to deaf people apologising for the very inaccessibility that discriminates against them?

I didn't always think this way. When I was first (　I　) having to wear hearing aids as a teenager, challenging systemic discrimination would have felt *insurmountable. Self-conscious, I hid the tech underneath my curly blonde hair, and avoided questions about an identity I was yet to understand myself. A quick "sorry" to move things on was (3) so much easier. It never got any less awkward to utter, only compounding the shame I already felt around my deafness. But connecting with other young deaf people through the National Deaf Children's Society helped my identity to blossom – and my confidence with it.

It opened my eyes to the *myriad ways in which deaf people are shut out of the conversation. It helped me see that my limited British Sign Language (BSL) skills were still an achievement – I was at least doing something to break down the communication barrier, which is more than can be said for most hearing people. My new deaf friends encouraged me to stop apologising for being inclusive, and even more, made me realise I had to stop saying sorry for being myself – my communication needs are nothing to be sorry for.

Part of learning how to stop apologising came through a greater understanding of the social model. That (4) it isn't my own condition(s) as a deaf and disabled person that disables me, but rather the world we live in. In the burrito bar, for example, the masked staff members and loud music made my deafness disabling.

Of course, there are other ways I could have detailed my access needs without an apology: "I'm deaf, could you repeat that please," being one of them. But transitioning to C7

that script as a deaf person – never mind an autistic one, who swears by routines – hasn't been easy. Unlearning remains an ongoing process, and an uncomfortable one at that.

I hope that in the long term I'll be able to shed the shame and embarrassment I carry as a result of apologising, as I learn to advocate for myself more confidently. But ultimately, more work has to be done by hearing and non-disabled people to remove these barriers so I don't have to feel bad about asking for something to be repeated, or have to ask for conversations to move towards accessible formats such as written communication. We need to shift the narrative that (　　Ⅱ　　).

But as we work in that direction, I'm done saying sorry.

Any (5) (　)(　)(　)(　)(　)(　), if I can encourage hearing people to reconsider their position as the default. By exposing our *ableist attitudes and infrastructure, I can encourage non-disabled people to think about how we view deaf and disabled people in our society, and sit with their own unease. I hope my advocacy will help change societal perspectives. Deaf people deserve better – and, at the very least, a more comfortable burrito dinner.

(Liam O'Dell, "I'm done saying sorry for being deaf – I want to change how society treats people like me," *The Guardian*, November 25, 2022 より一部改変)

*frenzied　取り乱した
*oh-so　すごく，とても
*myriad　無数の
*exasperation　怒り
*insurmountable　克服できない
*ableist　健常者優位主義的な

問１　下線部(1)はどのようなことを意味しているか，本文に即して説明しなさい。

問２　下線部(2)で筆者が言いたいことはどのようなことか，次の（A）～（D）の中から最も適切なものを１つ選び，記号で答えなさい。

（A）Being able to communicate well by apologising is the British way of courtesy.

（B）For a deaf person to apologise is to discriminate against able-bodied people.

（C）It would not be a problem for a deaf person who cannot communicate well to apologise.

（D）It is not necessary to apologise for the inability of deaf people to communicate effectively.

C7

問３　空欄（　Ⅰ　）に入る最も適切なものを次の (A)～(D)の中から１つ選び，記号で答えなさい。

(A) doing away with　　(B) coming to terms with
(C) making up for　　(D) getting out of

問４　下線部(3) が意味することを説明した以下の文章の空欄（　あ　）と（　い　）に適切な日本語を入れなさい。

「（　あ　）ことより（　い　）ことのほうがはるかに簡単である。」

問５　下線部(4)を日本語に訳しなさい。

問６　空欄（　Ⅱ　）に入る最も適切なものを次の (A)～(D)から選び記号で答えなさい。なお文中の accessibility とは「物理的環境，輸送機関，情報及びその他のサービスにアクセスできること」を指す。

(A) deaf people are responsible for accessibility
(B) deaf people are not responsible for accessibility
(C) both hearing and deaf people are responsible for accessibility
(D) neither hearing people nor deaf people are responsible for accessibility

問７　下線部(5) の（　）内に，文脈に合うように以下の ①～⑥の語を最も適切な順序に並び替えて入れるとき，（ア）（イ）（ウ）に入る語の番号を答えなさい。同じ選択肢を複数回使用しないこと。

Any（ア）（　）（イ）（　）（ウ）（　）, if I can encourage hearing people to reconsider their position as the default.

① is　② discomfort　③ it　④ feel　⑤ worth　⑥ I

C7

———このページは白紙———

2 次の英文を読み，以下の問いに答えなさい。

650 million women and girls alive today were married before their 18th birthday. That's one of the startling figures contained in a 2021 UNICEF report about child marriage. Africa's *sub-Saharan region is home to nine of the ten countries with the highest rates of child marriage in the world.

Ingrained traditions and cultural practices typically entrench such early marriages. State or customary laws in 146 countries allow girls younger than 18 to marry with the consent of their parents or other authorities. In 52 nations, girls under 15 can marry with parental consent.

Early marriage among boys is also widespread, though the numbers are far lower than they are for girls and young women.

And (1) it is girls and young women who pay the heaviest costs for early marriage. Girls who marry before 18 are more likely to be subjected to domestic violence and less likely to continue schooling than their peers. They have worse economic and health outcomes, a burden they almost inevitably pass on to their children.

Early marriage has been linked to poorer cognitive development and *stunting among the children of such women.

Today, the practice is declining thanks to national and international policies, global treaties and, since 2016, the UNFPA-UNICEF Global Programme to End Child Marriage. But gains have been slow in sub-Saharan Africa.

(2) What is it that drives the practice in the region? That's what we examined in a recent study. Using statistical analysis, we looked at the socio-economic and *demographic determinants of early marriage among young women the Democratic Republic of Congo (DRC), Malawi, Mali and Niger. Each of the four countries has sought to introduce measures to discourage early marriage, but their challenges remain formidable.

We explored several possible explanations and *variables: age at first intercourse, education and literacy, women's current age, region and type of place of residence, family wealth index, ethnicity, employment status, and even mass media exposure.

C7

One factor stands out across the four countries in our study: education. Women without formal education are more likely to marry early than those who completed secondary or higher education.

The four countries have a great deal in common, including high poverty levels and substantial under-15 and rural populations.

In each country, around 50% of people are younger than 15, and around half of the countries' respective populations live in rural areas (a full 84% in the case of Malawi).

Among the four countries in our study, Niger has the highest child marriage *prevalence worldwide – 76% of girls are married before the age of 18. The rates stand at 52% in Mali, 42% in Malawi, and 37% in the DRC.

For our analysis, we turned to the most recently available demographic and health surveys from each of the four countries. We then applied a framework that seeks to describe the important social-cultural and cognitive variables and their interrelationships that underlie behaviours and decisions around reproductive health.

The answers we found as to why early marriage is so commonplace in these countries were not always clear-cut. What's more, there were (3) lots of statistical variations across the four countries and contradictions, as was to be expected.

For example, the average age of first marriage ranged from 15.3 in Niger to 17.1 in Malawi. There was also a range in the percentage of women from the poorest wealth category in the countries who had been married by 18: Niger (90.9%), Mali (80%), DRC (70.3%), Malawi (63.1%).

Rates of early marriage dropped among women from richer categories, but were still high: Niger (72.7%), Mali (65.4%), DRC (60.3%) and Malawi (42.5%).

The study also showed that young women living in rural areas were likely to marry earlier than those from urban areas.

These variations' social, economic, and cultural *underpinnings are likely complex and would need some unpacking. In some cultures, for example, girls are married off young as they are considered to be more likely to be virgins still and can thus fetch a higher payment of what's known as the bride price.

C7

Amid the many statistical variables that emerged, we were especially struck by

(4) the relationship between educational levels and average age at first marriage.

We found that the average age at first marriage in Niger, Mali, DRC, and Malawi increased from young people with no education (15.1, 15.4, 16.2, and 16.4, respectively) to those with secondary and higher education (17.0, 16.6, 17.1 and 18.5 in that order).

In addition, we saw that the highest prevalence of early marriage (by 18 years) was found among young women with no education (90.6%, 80.3%, 70.9%, and 70.3%). It was lowest among women with secondary and higher education (64.2%, 62.9%, 58.9%, and 30.2%).

Malawi is the only one of the four countries where school education is universal, accessible and compulsory.

Education offers young women opportunities in life. In some African cultures, (ア), allowing girls to finish or even attend school is discouraged as it is feared that an educated girl is less likely to get a husband or be a good wife.

In Malawi, less than 15% of women have any secondary school education, and 42% of girls are married before the age of 18 – the twelfth highest rate of child marriage in the world.

There is an urgent need for governments in these countries to introduce programmes that promote delaying the age at which girls first have sex and to equip adolescents with knowledge about responsible and safer sex.

Policymakers should also work to promote prolonged enrolment in school for adolescent girls. And, crucially, laws are needed – and must be enforced – that criminalise child marriages.

(Sathiya Susuman Appunni, "Child marriage comes with a heavy cost for young girls in Africa – but there's one clear way out," *The conversation,* September 27, 2022 より一部改変)

*sub-Saharan　アフリカ大陸のサハラ砂漠より南にある地域の総称
*stunt　発育阻害　　*demographic　人口統計の　　*variable　変数
*prevalence　流行，横行　　*underpinning　基礎，基盤

C7

問１　下線部(1)はどのようなことを意味しているか，説明しなさい。

問２　下線部(2)の問いに対する答えを求めて筆者たちは調査を行ったが，最新の結果で明らかになった要因のうち，特に目立つものは何か。本文中の単語１語で答えなさい。

問３　下線部(3)で指摘されているようなことは，どのような点に現れていると筆者は述べているか。本文に即して３点，指摘しなさい。

問４　下線部(4)に関して，筆者たちはどのようなことを発見したか。本文に即して２点，簡潔に説明しなさい。

問５　空欄（　ア　）に入る最も適切な語を次の (A)～(D)の中から１つ選び，記号で答えなさい。

(A) consequently　(B) therefore　(C) whatever　(D) however

問６　本文の内容から正しいと判断できる英文を次の１～６の中から２つ選び番号で答えなさい。ただし英文中の the four countries surveyed とは，the Democratic Republic of Congo (DRC), Malawi, Mali, Niger を指す。

1　There are countries in the world where the law guarantees that girls under the age of 15 can get married if they consent.

2　Early marriage is also declining in sub-Saharan African countries.

3　No efforts are being made to reduce early marriage in the four countries surveyed.

4　One common feature among the four countries surveyed is the concentration of population in urban areas.

5　In sub-Saharan Africa, young women living in rural areas tend to marry men living in urban areas.

6　The author believes that early marriage should be treated as an illegal act.　C7

令和７年度（2025 年度）東北大学

AO 入試（総合型選抜）Ⅱ期

筆記試験②問題

令和６年 11 月２日

志願学部	試験時間	ページ数
法　　学　　部	13：00～14：30 （90 分）	８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８ページあります。「問題冊子」に綴じ込まれている白紙はメモ用紙として自由に使用して構いません。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」（全２枚），「メモ用紙」（全１枚）を配付します。また英英辞書を貸与します。貸与される英英辞書は試験時間中自由に使用することができます。ただし，辞書に書き込みをしたり，折り目を付けたりしないでください。
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」の受験記号番号欄と辞書番号欄（１枚につきそれぞれ１か所）には，忘れずに受験票と同じ受験記号番号と，貸与された辞書の番号を，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。

—このページは白紙—

—このページは白紙—

1 次の記事を読み，以下の問いに答えなさい。

After water, sand (including gravel) is the second-most exploited natural resource in the world, earning it the nickname 'the new gold'. Sand has been extracted from beaches, coastal dunes and watercourses at an accelerating pace in the past 20 years, with the two leading drivers being sand's use as aggregate* in concrete, and for beach reconstruction to protect coastal property. In 2019, demand for sand reached 50 billion tonnes per year. Europe and Asia remain the larger markets.

Sand mining causes environmental, social and economic damage worldwide, with the researchers of this study presenting the different aspects of this damaging practice. ①Current rates of sand extraction exceed natural replenishment rates, leaving mined ecosystems very slow or even unable to recover. Sand mining changes how waterways flow and flood, threatens water security and lowers groundwater capacity, in turn raising water costs for local communities. It causes habitat loss and reduced biodiversity (especially for aquatic ecosystems), also contributing to climate change through the sand extraction process. The resulting erosion removes protection against coastal hazards, such as hurricanes, and extreme waves, and threatens critical infrastructure such as roads and railways. Sand extraction also damages coastal scenery which is necessary for tourism.

In the EU, mining for any mineral is subject to numerous environmental regulations and impact assessments, including directives concerning nature, industrial emissions, waste and water. Outside the EU, coastal and marine environments are protected via at least 15 regional conventions and other initiatives and legislation. However, outside the EU, illegal mining and trade can create an atmosphere of corruption in many coastal societies and leading to the creation of violent social groups ('sand mafias') that protect the 'illegality' of the activity, state the researchers. Given the difficulty of regulating sand mining, the researchers highlight the 'dire' need for global policy with real impact – policy to reduce sand mining and its adverse consequences for coastal areas, which are complex, severe, urgent, and 'an out-of-hand problem'.

While sand may wrongly be considered a vast or limitless resource, its high-demand uses – concrete aggregate and beach nourishment – require sand of high quality with specific attributes, making it no different to other natural resources with a non-renewable, limited supply, argue the researchers. They call for a better management framework, exploration of coastal sand alternatives, an understanding of both the complex sand life cycle and coastal sand-supply network, and greater recognition of the concept of 'sand rights', via approaches that:

- reduce sand consumption;
- levy taxes and royalties on sand extraction;
- regulate the coastal sand mining process; and
- change construction methods and approaches to reduce the use of aggregate.

They discuss practices that could enable this, and suggest guidelines to steer global agenda-making on the regulation of sand extraction. For example, other mining waste could be dry-mined for sand; concrete could be recycled and used more efficiently; filler materials (e.g. construction waste or pulverised glass) could be used to regenerate beaches (though risks to human health, and impacts on the wider ecosystem and biodiversity would need to be considered); and new materials could be used

in place of concrete (e.g. microplastics, timber). Even if it is unrealistic to eliminate concrete altogether, companies should move towards alternative materials in place of concrete, the researchers say; the construction industry should adopt a ②lifecycle approach, with the environmental impacts of materials considered and minimised from design through to end-of-life/disposal.

In terms of management, the study recommends empowering communities, including those in downstream environments who would be affected by sand extraction, as well as those who are reliant on sand resources (including local tourism industries). This would require addressing social contexts that include poverty, lack of education and knowledge of the impacts of sand extraction. The researchers indicate that sand flows through a complex cycle, just as wind and water do, and disrupting its flow inflicts damage 'downstream'. Managing the use of sand requires integrated regional management between offshore regulators, coastal communities and the associated river basins that are the upstream sources of sand.

（Directorate-General for Environment, European Commission, Call for better management of coastal sand mining to halt 'dire' consequences, 27 June 2023 より一部改変）

（注）

＊aggregate: something formed by adding together several amounts or things

問１　文中の下線部①を日本語に訳しなさい。

問２　この記事の内容について，以下の選択肢㋐～㋔から誤っているものを１つ選び，記号で答えなさい。

㋐　砂の採掘は，生物の生息地を奪う可能性がある。

㋑　砂の採掘は，長期的には沿岸地域の道路や鉄道などのインフラに影響を及ぼす可能性がある。

㋒　砂の採掘に関する問題に対策を講じない場合，気候変動にもつながりうる。

㋓　砂の採掘は，水流を変えうるが，水の供給にまではその影響は及ばない。

㋔　砂を過剰に採掘することは，観光業にマイナスの影響を及ぼす可能性がある。

問３　記事のなかでは、砂の消費量を削減するためにどのような方法が効果的と考えられているのか。100 字以上 120 字以内の日本語で答えなさい。

問４　下線部②は具体的にどのような対応を指すのか。50 字以上 80 字以内の日本語で答えなさい。

2 次の記事を読み，以下の問いに答えなさい。

A light-brown complex in a residential area in western Tokyo's suburban city of Fuchu could easily be mistaken for a city hall. But a closer look at the stone inscription at its entrance reveals the identity of this facility: Fuchu Prison, Japan's largest, all-male penitentiary. It also houses the biggest population of foreign prisoners in the country, and as such it is taking measures to accommodate them in terms of language, culture, food and lifestyle.

"We don't really give them special treatment just because they are foreign nationals," said Atsushi Takada, an official at the prison. "But since the environment and culture in which they were brought up is too different from that of Japan's, we need to treat them differently." In a recent media tour, reporters were given a rare peek inside the prison, home to some 1,200 inmates.

As of December last year, Fuchu Prison housed 353 foreign prisoners representing 58 nationalities and speaking 52 languages. Chinese nationals make up the largest population at 20.1%, followed by Vietnamese prisoners, at 17.8%. Most of the foreign inmates have been convicted of crimes related to drugs (57.8%), followed by robbery (12.7%) and theft (less than 10%). Meanwhile, the top crime committed by Japanese inmates is theft, followed by drug-related crime and fraud.

In 1995, Fuchu Prison set up an international division — the first in Japan — to support the lives of foreign inmates. It is tasked with matters that range from interpretation to investigating the problematic treatment of foreign inmates behind bars.

Different options

In terms of food, foreign prisoners are given the option of halal or vegetarian meals, or even replacing cooked rice with bread. While Japanese inmates have a shared cell depending on their offenses, foreign inmates often have a room of their own to avoid possible clashes due to cultural differences. They also have the option of a room with a bed instead of one with a futon mattress, the former of which is typically larger. In the past, Japanese prisoners who had returned from abroad joked that they ought to be provided with a room like foreign prisoners since they were returnees, a prison official shared, chuckling.

Fuchu Prison also supports the religious needs of inmates by holding prayer sessions from time to time. "Christians have dedicated rooms where they gather, and church priests or pastors come to offer prayers," Takada cited as an example. The frequency of such prayer sessions — typically once every month on days when priests are available — often depends on the wishes of the inmates, he added.

Prisoners at Fuchu Prison are also given access to newspapers such as the Asahi Shimbun and Yomiuri Shimbun for Japanese readers, The Japan News for English readers and People's Daily for Chinese readers. Another perk accorded to foreign inmates is the option to call their family and friends abroad, since they don't get to see them face to face, unlike Japanese inmates.

Clean and spacious

When reporters were led through the door that leads to the area where prisoners are held, what

immediately stood out was how clean and spacious the place was. Despite occasional shouts from guards reporting to their superiors echoing through the hallways, the atmosphere was largely quiet as inmates diligently worked on assigned tasks in silence. A metal fence at the top of a staircase — intended to prevent suicides — and security guards standing at every corner are a reminder that the building is indeed a prison.

On weekdays, inmates get up at 6:45 a.m., have breakfast and report to various workshops to work from 8 a.m. to 4:40 p.m., except for a lunch break. There, they do anything from repairing cars to producing wooden furniture and printing postcards. At 9 p.m., it's lights out.

During the media tour, several prisoners who were ill or going through drug withdrawal symptoms were left confined in their cells, which would otherwise be vacant during the day, their eyes boring into reporters passing by. Takada, the penitentiary official, said that prisoners who have been imprisoned in other countries comment that they feel safer here. "Many of them say that this is the first time they are able to spend their prison life without feeling their life is threatened," he said. Still, some complained that the rules are overly strict.

Declining numbers

Despite the steady rise in Japan's foreign population, the number of foreign prisoners — categorized as "F" to distinguish them from Japanese inmates — has been declining for more than a decade, according to Justice Ministry data. As of December 2022, there were 1,401 foreign prisoners, comprising 4.1% of the prisoners total. In the whole of 2022, prisons received 400 new foreign convicts, considerably lower than the peak of 1,350 in 2006.

One factor contributing to the decline is Japan's 2003 ratification of the Council of Europe Convention on the Transfer of Sentenced Persons, which allows foreign prisoners to serve two-thirds of their time in their home countries. Japan also has similar bilateral treaties with Thailand, Brazil, Iran and Vietnam. "There are those who want to go home because it is good for their mental health to be able to speak their native language," said Takada. "Inmates do not have to (serve prison terms in their home countries) if they don't want to," he said, adding that the decision often depended on the condition of prisons back home.

Choosing to remain in Japan means foreign prisoners will face certain challenges such as the language barrier and the possibility of their visa expiring during their time in prison.
Inmates subject to deportation are sent back to their home countries after serving their sentences, except for cases such as for those with a Japanese spouse who may be allowed to remain.

Having an expired visa prevents a foreign inmate from signing up for certain programs offered in prison. A female foreign prisoner in Wakayama Prefecture wrote to the Center for Prisoners' Rights Japan to highlight this predicament. She wants to sign up for vocational training but is unable to do so because she does not have a valid visa. "I am unable to even apply even if I wanted to," she said in her message to the center. "I am strongly interested in participating in this job training program as it will be beneficial to me after my release from prison."

Fuchu Prison, which offers vocational training and job support for Japanese prisoners before they are released, finds it challenging to support foreign inmates in a similar fashion, according to Takada. "Unfortunately, foreign nationals have to return to their own countries due to immigration

procedures," he said. "So while we can support them working in Japan, it's quite challenging to do so in the current situation."

(K. Kaneko, Fuchu Prison Adapting to Foreign Prisoners, *The Japan Times*, 20 May 2024 より一部改変)

問　Imagine that you are a foreign (non-Japanese) inmate in Fuchu prison. Write a letter (approximately 200 words) to your family abroad about your life in Japanese prison. In your letter, include at least three facts or ideas from the text. Make sure to use your own words to explain these facts and ideas, and <u>underline</u> the facts and ideas from the text in your answer. Although Fuchu prison is a prison for male inmates, you can answer as a male or female inmate. Indicate the number of words you have written at the end of your answer sheet.

令和７年度
ＡＯ入試問題集
（理学部）

公表期限：2028 年 3 月末

東北大学アドミッション機構

東北大学 理学部 数学系 AO入試 II期

数 学 問 題

解答提出時刻： 12時30分

注 意

1. 解答用紙は4枚ある.
2. すべての解答用紙の上部に，**受験番号**を記入し，問題番号の書かれた解答用紙に対応する問題の解答をすること．解答用紙は裏面を使用しても差し支えない．1問の解答を1枚の解答用紙に書ききれない場合は，予備の解答用紙を配布するので，試験監督に申し出ること.
3. 白紙の場合でも，各問の解答用紙を提出すること.
4. 計算用紙が必要な場合は，試験監督に申し出ること.
5. 問題について質問のあるときは，試験監督に申し出ること.
6. 電卓などは使用しないこと.
7. 携帯電話，スマートフォン，タブレット等の電子通信機器は電源を切り，かばんに入れること.

$\boxed{\mathbf{1}}$ $P_1(z) = z^8 + z^6 + z^5 - z - 1$ とし，$P_{n+1}(z) = P_1(P_n(z))$ $(n = 1,\ 2,\ 3,\ \cdots)$ とする．i を虚数単位とし，$\alpha = \cos\dfrac{2\pi}{5} + i\sin\dfrac{2\pi}{5}$ とする．$P_{2025}(\alpha)$ を $r(\cos\theta + i\sin\theta)$ $(r > 0,\ 0 \leqq \theta < 2\pi)$ の形で表すとき，r と θ を求めよ．

2 区間 $0 \leqq x \leqq 1$ で連続な実数値関数 $f(x)$ が次の (a), (b), (c), (d) をすべて満たしているとする.

(a) 区間 $0 \leqq x \leqq 1$ で $f(x) = f(1-x)$ が成り立つ.

(b) $f(0) = -3$ かつ $f\left(\dfrac{1}{2}\right) = 6$ である.

(c) $f(x)$ は区間 $0 < x < 1$ で微分可能であり, その導関数 $f'(x)$ も区間 $0 < x < 1$ で微分可能である.

(d) 区間 $0 < x < 1$ で $f''(x) < 0$ が成り立つ.

このとき, 以下の問いに答えよ.

(1) $f'\left(\dfrac{1}{2}\right)$ の値を求めよ.

(2) 不等式

$$\int_0^{\frac{1}{2}} f(x)dx > 0$$

が成り立つことを証明せよ.

(3) 区間 $-\dfrac{1}{4} \leqq x \leqq \dfrac{5}{4}$ で連続な関数 $g(x)$ を

$$g(x) = \begin{cases} -f(-2x) - 4 & \left(-\dfrac{1}{4} \leqq x < 0\right) \\ f(x) + 2 & (0 \leqq x \leqq 1) \\ -f(3-2x) - 4 & \left(1 < x \leqq \dfrac{5}{4}\right) \end{cases}$$

で定義する. このとき, 定積分

$$I = \int_{-\frac{1}{4}}^{\frac{5}{4}} g(x)dx$$

は, $I > 0$, $I = 0$, $I < 0$ のうちのどれを満たすか, 理由とともに答えよ.

$\boxed{3}$ 座標平面において，x 座標と y 座標がともに整数であるような点のことを **格子点** とよぶことにする．以下の問いに答えよ．

(1) $n \geqq 2$ は整数とする．曲線 $y = \dfrac{2}{\sqrt{x}}$ と x 軸および 2 直線 $x = 1$，$x = n$ で囲まれた，座標平面内の図形を D_n とする．ただし，D_n は境界線を含むものとする．図形 D_n に含まれる格子点の個数を $P(n)$ とし，D_n の面積を $S(n)$ とする．このとき，極限 $\displaystyle\lim_{n\to\infty} \frac{P(n)}{S(n)}$ を求めよ．

(2) n は正の整数とし，座標平面内の図形 $x^2 + y^2 \leqq n^2$ に含まれる格子点の個数を $Q(n)$ とする．このとき，極限 $\displaystyle\lim_{n\to\infty} \frac{Q(n)}{n^2}$ を求めよ．

$\boxed{4}$ L と R の 2 文字を有限個左から右に並べてできるものを **単語** とよぶことにする．ここで，単語には L と R のうち少なくとも一方は用いるが，用いない文字があってもよい．単語 w に対し，w に現れる文字の総数を w の長さという．たとえば，長さ 2 の単語は LL, LR, RL, RR の 4 個であり，長さ n の単語は全部で 2^n 個ある．単語 v に対し，文字 L の右に単語 v を続けることでできる新しい単語を Lv，文字 R の右に単語 v を続けることでできる新しい単語を Rv とそれぞれおく．たとえば，v が $RRLR$ のとき，Lv は $LRRLR$ であり，Rv は $RRRLR$ である．

単語 w に対し，整式 $f_w(x)$ を次の規則 (i)，(ii) で順次定義する．

(i) $f_L(x) = \dfrac{2}{3}x$ かつ $f_R(x) = \dfrac{1}{3}x + 1$,

(ii) 単語 v に対し，$f_{Lv}(x) = f_L(f_v(x))$ かつ $f_{Rv}(x) = f_R(f_v(x))$ とする．

このとき，以下の問いに答えよ．

(1) $f_{RRL}(x)$ を求めよ．

(2) w を単語とするとき，不等式

$$0 \leqq f_w(0) < \frac{3}{2}$$

が成り立つことを証明せよ．

(3) n は正の整数とする．w，z をともに長さ n の単語とする．$f_w(0) = f_z(0)$ が成り立つとき，w と z は同一の単語であることを証明せよ．

(4) w，z をともに単語とする．2 つの整式 $f_w(x)$，$f_z(x)$ が等しいとき，w と z は同一の単語であることを証明せよ．

東北大学理学部物理系 AO 入試 II 期

課題 1

試験時間　9:15～10:15

注意

・問題用紙 3 枚（表紙を含め 4 枚），解答用紙 2 枚，草案紙 1 枚.

・全ての解答用紙について，上部の欄に受験番号および氏名を記入すること.

・解答用紙は両面を使い，用紙が足りなくなったら挙手して追加を申し出ること.

・問題用紙，解答用紙，草案紙は全て回収するので持ち帰らないこと.

課題 1

解答に際しては，結果だけでなく考え方や計算の過程も記すこと．

問 1　なめらかで水平な平面上を速さ v_0 で進んできた質量 m の球 1 が，同じ平面上に静止している，大きさと質量が球 1 と等しい球 2 に衝突した．球の表面はなめらかであるとして以下の問いに答えよ．

(1) 図 1 のように衝突が一直線上で起きる場合を考える．

(a) 力学的エネルギーが保存するとき，衝突後の球 1 と球 2 の速さ v_1，v_2 を求めよ．

(b) 問 (1)(a) の場合に，反発係数（はねかえり係数）e は 1 になることを示せ．

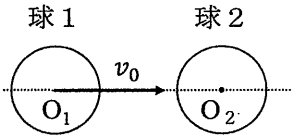


図 1

(2) 図 2 のように斜めに衝突が起きる場合を考える．衝突後，球 1 と球 2 はそれぞれ速度ベクトル $\vec{v}_1$，$\vec{v}_2$ で運動した．$\vec{v}_1$，$\vec{v}_2$ の向きは衝突前の球 1 の進行方向に対してそれぞれ角度 α，β であり，大きさは v_1，v_2 であった．

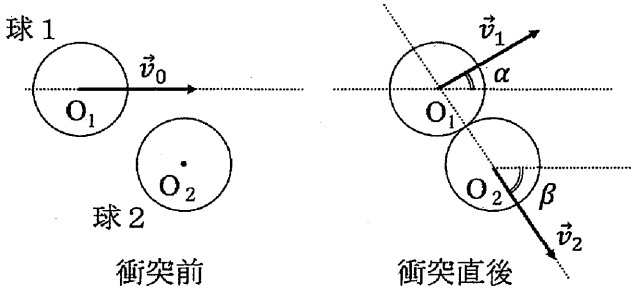


図 2

(a) 球 1 と球 2 が衝突の間に受ける平均の力 $\vec{F}_1$，$\vec{F}_2$ を，それぞれの球の中心 O_1，O_2 を始点として矢印で解答用紙の図中に示せ．この問いについては結果のみでよい．

(b) 衝突の間に力が働いた時間の長さを Δt とする．運動量ベクトル $m\vec{v}_0$，$m\vec{v}_1$，および力積 $\vec{F}_1\Delta t$ の関係式を書け．また，$m\vec{v}_1$，$\vec{F}_1\Delta t$ を，球 1 の中心 O_1 を始点として矢印で解答用紙の図中に示せ．

(c) この衝突において力学的エネルギーが保存するとき，衝突後の球 1 と球 2 の進行方向がなす角度 $\alpha+\beta$ を求めよ．

(d) 問 (2)(c) の場合に，衝突後の球 1 と球 2 の速さ v_1，v_2 を v_0 と β を用いて表せ．

(e) 問 (2)(c) の場合に，反発係数 e の値を求めよ．

問 2　長さが ℓ の軽くて細い棒の一端に，質量が m の小さなおもりを取り付ける．図 3 のように，棒の他端を，水平な床面上の点 O に取り付ける．棒とおもりは点 O を支点として，鉛直面内（紙面内）でなめらかに運動できる．おもりには，ばね定数が k の軽くて細いばねの一端がつながっている．ばねの他端には，小さな円環が取り付けられている．円環に通した支柱は，台の床面に対して垂直に立てられている．棒が鉛直に立っているときに，ばねは自然長である．円環と支柱の間に隙間はなく，円環は支柱にそってなめらかに動く．図 4 のように棒を傾けると，おもりは，点 O を中心とした半径 ℓ の円の円周に沿って運動するが，ばねは常に水平を保つ．鉛直上向きから測った棒の傾きを θ（単位はラジアン）とする．θ は，ばねが伸びる方向を正とする．棒と支柱は変形しない．棒の太さと質量，おもりの大きさ，ばねの太さと質量，円環の質量は無視できる．おもりと棒が運動するとき，空気抵抗は無視できる．重力加速度の大きさを g とする．以下の問いに答えよ．

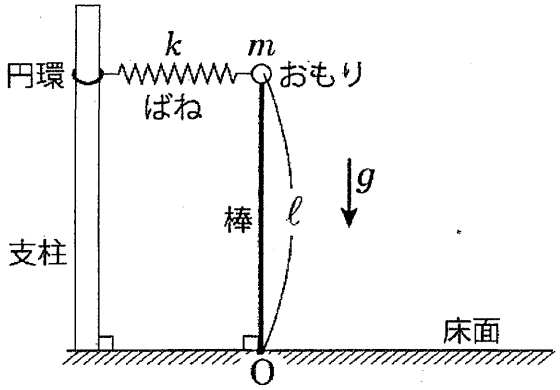


図 3

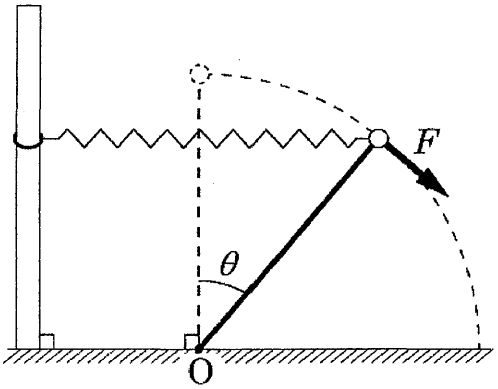


図 4

(次ページにつづく)

(1) 図4に示したように，おもりに作用する運動方向（円の接線方向）の力を F とする．F は，θ が増加する向きを正とする．

(a) 棒が θ $(\theta > 0)$ だけ傾いているとき，F を，m，g，k，ℓ，θ の中から必要なものを用いて表せ．

$|\theta|$ が十分に小さい場合を考える．このとき，$\cos\theta \fallingdotseq 1$，$\sin\theta \fallingdotseq \theta$ とすることができる．これらの近似式を使うと，F は

$$F = -k\ell\theta + mg\theta \tag{1}$$

と表せる．

(b) 式 (1) の F が復元力であるためには，ばね定数 k が，ある値 k_c よりも大きくなければならない．k_c を，m，g，ℓ の中から必要なものを用いて表せ．

(c) $k > k_c$ の場合を考える．棒を θ_0 $(\theta_0 > 0)$ だけ傾けて静止させてから，そっと手を離した．手を離してから θ が初めて 0 となるまでの時間 T を，m，g，k，ℓ の中から必要なものを用いて表せ．ただし，θ_0 は十分に小さいとする．

(2) $k = 2mg/\ell$ の場合を考える．図 3 のように棒が直立した状態で静止しているおもりに，大きさが v で，水平方向右向きの初速度を与えたときの運動を考える．

(a) 床面を基準点とした重力によるおもりの位置エネルギー U_g と，ばねの弾性力によるおもりの位置エネルギー U_e の和 $U = U_g + U_e$ をおもりの位置エネルギーという．$x = \cos\theta$ として，U を，m，g，ℓ，x の中から必要なものを用いて表せ．

(b) x が取りうる値の範囲が $0 \leqq x \leqq 1$ であることに注意して，x と U の関係を表すグラフの概形を，解答用紙の指定の位置に描け．

(c) おもりが床面に達するためには，初速度の大きさ v が，ある値 v_c よりも大きくなければならない．v_c を，g，ℓ の中から必要なものを用いて表せ．

東北大学理学部物理系 AO 入試 II 期

課題 2

試験時間　10:40～11:40

注意

・問題用紙 4 枚（表紙を含め 5 枚），解答用紙 2 枚，草案紙 1 枚.

・全ての解答用紙について，上部の欄に受験番号および氏名を記入すること.

・解答用紙は両面を使い，用紙が足りなくなったら挙手して追加を申し出ること.

・問題用紙，解答用紙，草案紙は全て回収するので持ち帰らないこと.

課題 2

解答に際しては，結果だけでなく考え方や計算の過程も記すこと．

問 1　電荷が作る静電場と，それによる粒子の運動についての以下の問いに答えよ．クーロンの法則の比例定数を k とする．

(1) 図 1 のように xy 平面上の原点 $(0,0)$ に電気量 Q $(Q>0)$ の点電荷をおいた．

(a) 平面上の点 (a,a)（ただし $a>0$）における電場ベクトル $\vec{E}=(E_x,E_y)$ を，k,Q,a を用いて表せ．

(b) 平面上の点 (a,a)（ただし $a>0$）における電位 V を，k,Q,a を用いて表せ．電位は無限遠を基準とする．

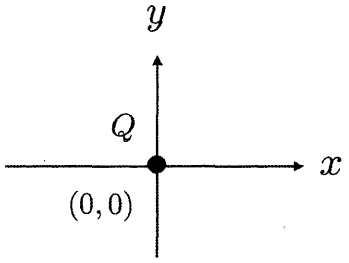


図 1

(2) 図 2 のように xy 平面上の $(L,0)$ と $(-L,0)$ の 2 点に電気量 Q $(Q>0)$ の点電荷をおいた．この 2 つの点電荷は平面上に固定されており，動かないものとする．

(a) x 軸上の点 $(x,0)$（ただし $0<x<L$）における電場ベクトル $\vec{E}=(E_x,E_y)$ を，k,Q,L,x を用いて表せ．

(b) y 軸上の点 $(0,y)$（ただし $y>0$）における電場ベクトル $\vec{E}=(E_x,E_y)$ を，k,Q,L,y を用いて表せ．

(c) 平面上の任意の点 (x,y) における電位 V を，k,Q,L,x,y を用いて表せ．電位は無限遠を基準とする．

(d) 解答用紙に電気力線の各点電荷付近の様子が描かれている．それを延長する形で電気力線を描け．この問いについては図のみでよい．

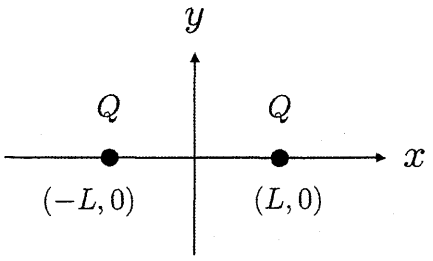


図 2

（次ページにつづく）

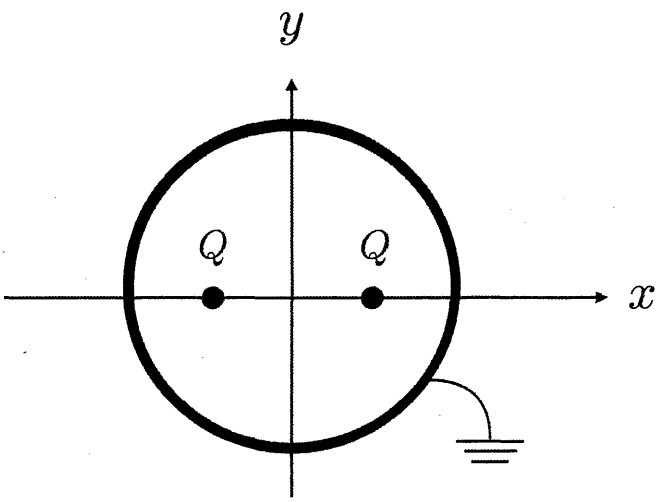


図3

(e) 図3のように，この2つの点電荷のまわりを接地された導体の球殻で囲む．この球殻の中心は原点に一致し，半径は $2L$ で厚さは無視できるものとする．このとき，xy 平面上の点 $(3L, 0)$ における電場の大きさ E を求めよ．

(3) 図3の状態から導体の球殻を取り除き，図2の状態に戻した．質量 m，電気量 q $(q > 0)$ で大きさの無視できる粒子Aを，y 軸上の点 $(0, b)$（ただし $b > 0$）から原点 $(0, 0)$ に向かって初速 v で打ち出した．粒子Aが y 軸負の方向に動き続けるためには，初速 v はある値 v_c 以上でなければならない．v_c を，k, q, Q, L, m, b を用いて表せ．粒子Aの運動は xy 平面内で起こり，重力の影響は考慮しなくてよい．

問 2　図 4 のように, 内部抵抗の無視できる起電力 V_0 の電池, 抵抗値 R の抵抗, 電気容量 C のコンデンサーおよびスイッチ S_1, S_2 からなる回路がある. はじめコンデンサーには電荷はたくわえられておらず, S_1, S_2 がともに開いている.

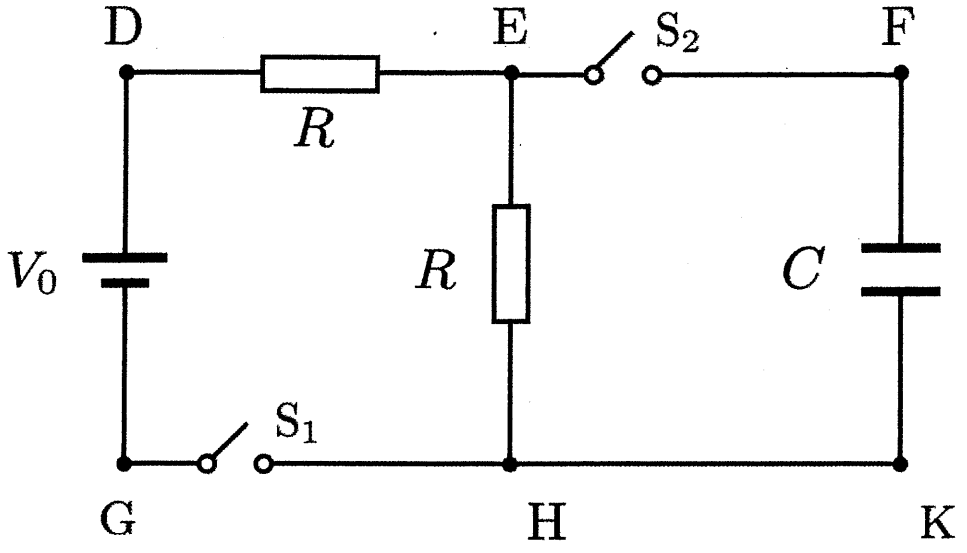


図 4

(1) S_1 だけを閉じたとき, D 点から E 点の向きに流れる電流 I_0 を, V_0, R を用いて表せ.

次に, S_1 を閉じたまま, S_2 も閉じる. S_2 を閉じる前のコンデンサーの電気量はゼロ, S_2 を閉じた瞬間から測った時間を t とする. 時刻 t における K 点を基準としたときの F 点の電位 (コンデンサーの極板間の電位差) を V, D 点から E 点の向きに流れる電流を I_1, E 点から H 点の向きに流れる電流を I_2 として, 以下の問いに答えよ.

(2) 電流 I_1 と I_2 を, V, V_0, R の中から必要なものを用いて表せ.

(3) 時刻 t $(t > 0)$ から微小な時間 Δt の間にコンデンサーの電気量が ΔQ だけ増加した. ΔQ を, Δt, I_1, I_2 の中から必要なものを用いて表せ.

(4) 微小な時間 Δt の間に V が ΔV だけ変化したとき, コンデンサーの極板間の電位差の変化率は $\frac{\Delta V}{\Delta t}$ と表せる. ここで $\Delta t \to 0$ の極限をとると, 変化率 $\frac{\Delta V}{\Delta t}$ は $\frac{dV}{dt}$ となる. $\frac{dV}{dt}$ を, V, V_0, R, C の中から必要なものを用いて表せ.

(次ページにつづく)

(5) コンデンサーの極板間の電位差 V は t の関数として

$$V = -\frac{V_0}{2}e^{\alpha t} + \beta \quad (\alpha, \beta \text{ は定数，} e \text{ は自然対数の底})$$

で与えられる．問 (4) の結果を利用して，α, β を，V_0, R, C の中から必要なものを用いて表せ．

(6) 時刻 $t > 0$ での I_1, I_2 の時間変化の様子を表す 2 つのグラフを，解答用紙の所定の欄にまとめて図示せよ．

(7) 時刻 $t = 0$ から $t = T$ までに，2 つの抵抗により発生するジュール熱の総和 W は

$$W = \int_0^{\boxed{イ}} \boxed{\quad ア \quad}\, dt$$

のように積分で求めることができる．

(a) 空欄 $\boxed{\quad ア \quad}$, $\boxed{\quad イ \quad}$ に入る適切な数式を，T, I_1, I_2, R の中から必要なものを用いて表せ．

(b) 積分を実行することにより，W を T, V_0, R, C の中から必要なものを用いて表せ．

東北大学理学部物理系 AO 入試 II 期

課題 3

試験時間　12:05～13:05

注意

・問題用紙 6 枚（表紙を含め 7 枚），解答用紙 2 枚，草案紙 1 枚.

・全ての解答用紙について，上部の欄に受験番号および氏名を記入すること.

・解答用紙は両面を使い，用紙が足りなくなったら挙手して追加を申し出ること.

・問題用紙，解答用紙，草案紙は全て回収するので持ち帰らないこと.

課題 3

解答に際しては, 結果だけでなく考え方や計算の過程も記すこと.

問 1

媒質（空気）中を伝わる音波を, xy 平面上にいる観測者が観測する. 媒質中の音速を U とする. また, 音波の変位は音波が伝わる向きの媒質の変位を表し, 音波が伝わる向きを正とする. 観測者による音波の変化は無視できるとして, 以下の問いに答えよ.

(1) 媒質中を音波（平面波）が x 軸の正の向きに伝わっている. 時刻 t, 位置 (x, y) における音波による媒質の変位 F が,

$$F = A\sin\left\{2\pi f\left(t - \frac{x}{U}\right)\right\}$$

で表せるとする. ここで, f は音波の振動数, A は正の定数である.

(a) この音波の波長 λ を, f, U の中から必要なものを用いて表せ.

図 1 のように, 観測者が一定の速さ $v\,(v < U)$ で x 軸上を正の向きに移動しながら, 音波を観測している. 観測者は時刻 $t = 0$ に位置 x_0 を通過した.

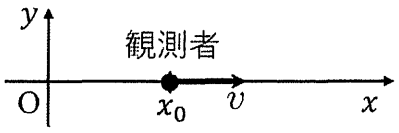


図 1

(b) 時刻 t における観測者の位置 x を, t, v, x_0 の中から必要なものを用いて表せ.

(c) 問 (1)(b) で求めた観測者の位置 x を変位 F の式に代入することで, 観測者が観測する変位 F' が求まる. F' の式を使って, 観測者が観測する音波の振動数 f' を求めよ.

図 2 のように, 観測者が一定の速度 $\vec{v} = (v_x, v_y)\,(|\vec{v}| < U)$ で移動しながら, 音波を観測している. 観測者は, 時刻 $t = 0$ に位置 $(x_0, 0)$ を通過した.

(d) 問 (1)(c) と同様に, 観測者が観測する変位から, 観測する音波の振動数 f' を求め, f, v_x, v_y, U の中から必要なものを用いて表せ.

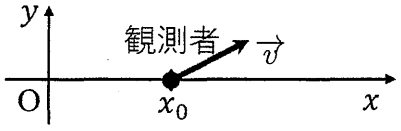


図 2

(次ページにつづく)

(2) 観測者が音速より遅い速さで移動しながら，原点 O にある音源から全方向に伝わる振動数 f の音波を観測している．図 3 のように，時刻 t での観測者の位置ベクトルを $\vec{r}$，観測者の速度ベクトルを $\vec{v}$ とする．$\vec{r}$ と $\vec{v}$ のなす角を θ，$v = |\vec{v}|$，$r = |\vec{r}|$ として以下の問いに答えよ．

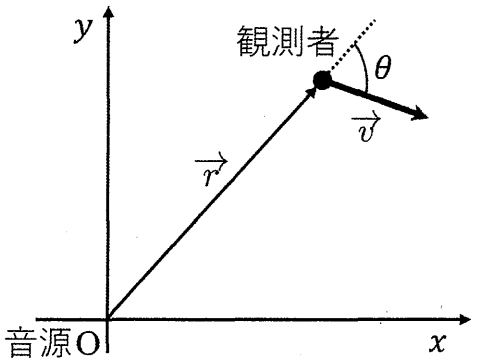


図 3

(a) 問 (1)(d) の結果を用いて，観測者が観測する音波の振動数 f' を，f，v，U，θ の中から必要なものを用いて表せ．ただし，観測者は音源から十分に遠く，観測者には，音波は $\vec{r}$ の向きに伝わる平面波とみなせるとする．また，観測者が音波を観測している間の $\vec{v}$ の変化は無視できる．

(b) 観測者の動きに注目する．図 4 に示すように，時刻 t での観測者の位置を P，時刻 $t + \Delta t\ (\Delta t > 0)$ での観測者の位置を Q とする．OQ ($\overrightarrow{\mathrm{OQ}}$ の長さ) を，r，θ，PQ ($\overrightarrow{\mathrm{PQ}}$ の長さ) の中から必要なものを用いて表せ．

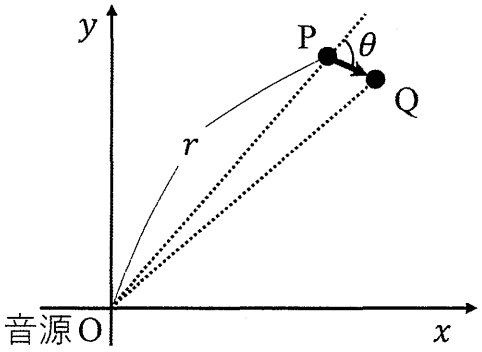


図 4

(c) 問 (2)(b) の結果において，Δt が十分に小さいときの OQ を，r，v，θ，Δt の中から必要なものを用いて表せ．ただし，PQ は $v\Delta t$ と書けるとし，$(\Delta t)^2$ に比例する項は無視できる．また，z を微小量としたときに成り立つ近似式 $\sqrt{1+z} \fallingdotseq 1 + \frac{1}{2}z$ を用いよ．

(次ページにつづく)

観測された音波の振動数 f' は, $f' = \{1 - B\cos^2(Ct)\}f$ と表せることが分かった. ここで, B, C は正の定数であり, $B < 1$ である.

(d) 問 (2)(c) で求めた OQ を $r + \Delta r$ とするとき, 単位時間当たりの r の変化は $\dfrac{\Delta r}{\Delta t}$ となる. このとき, $\dfrac{\Delta r}{\Delta t}$ を t, B, C, U の中から必要なものを用いて表せ.

$\Delta t \to 0$ の極限を取ると, $\dfrac{\Delta r}{\Delta t}$ は $\dfrac{dr}{dt}$ となる.

(e) 時刻 $t = 0$ での原点 O と観測者の間の距離を r_0 とする. 時刻 t における原点 O と観測者の間の距離 r を, t, B, C, U, r_0 の中から必要なものを用いて表せ.

問2

図5に示すように，一定の断面積Sをもつ長さ$2L$のシリンダーが水平に置かれている．シリンダーの内部は，厚さが無視でき，なめらかに水平方向に動くピストンで仕切られている．ピストンの左側および右側の領域には，同じ種類の単原子分子からなる理想気体が，それぞれ1 mol ずつ密閉されている．ピストンの面積は，シリンダーの断面積と等しくSである．シリンダーとピストンは断熱材で作られている．ピストンの左側の領域に閉じ込められている気体を気体A，ピストンの右側の領域に閉じ込められている気体を気体Bと呼ぶ．気体Aの温度は温度調整器αにより，気体Bの温度は温度調整器βにより調整される．2つの温度調整器は，その体積と熱容量が無視できる．図5に示した状態では，2つの気体の温度はともにT_0で体積も同じであった．この状態を状態0と呼ぶ．図5のようにピストンの移動方向に沿ってx軸をとり，ピストンの位置をxで表す．状態0のときのピストンの位置を原点$x=0$とし，図の右向きをx軸の正方向とする．以下，気体定数をRとする．

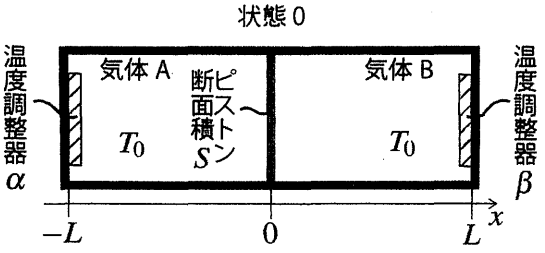


図 5

(1) 状態0における気体Aの圧力P_0を，R，T_0，S，Lの中から必要なものを用いて表せ．

(次ページにつづく)

(2) 温度調整器 α をはたらかせて，気体 A をゆっくりと加熱する．同時に，温度調整器 β をはたらかせて，気体 B の温度を T_0 で一定に保つ．

(a) 図 6 のようにピストンの位置が x のときの，気体 A の圧力 P と温度 T を，R，T_0，x，L，S の中から必要なものを用いて表せ．

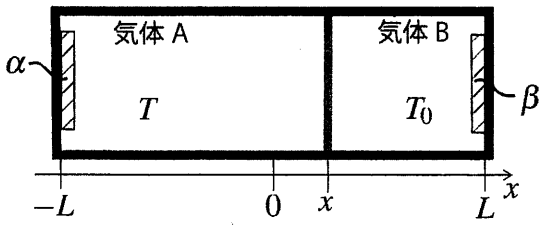


図 6

(b) 気体 A を加熱し続け，気体 A の温度が $T = 3T_0$ に達したところで温度調整器 α と β のスイッチを切った（図 7）．この状態を状態 1 と呼ぶ．状態 1 におけるピストンの位置 x_1 を，L を用いて表せ．

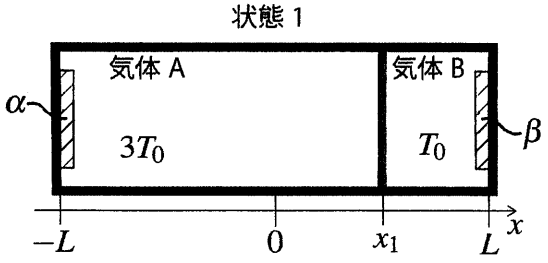


図 7

(c) 状態 0 から状態 1 に変化する過程で，ピストンの位置が x から微小な距離 Δx だけ x 軸の正方向に移動する間に気体 A がした仕事 ΔW を，R，T_0，L，x，Δx の中から必要なものを用いて表せ．

(d) 状態 0 から状態 1 に変化する過程で，ピストンの位置 x の変化に伴う気体 A の圧力 P の変化を表すグラフを横軸を x，縦軸を P として描け．状態 0 と状態 1 を表す点を図中に明記すること．

(e) 状態 0 から状態 1 まで変化する過程で，気体 A がした仕事 W を，R，T_0 の中から必要なものを用いて表せ．

(f) 状態 0 から状態 1 まで変化する過程で，温度調整器 α から気体 A に与えられた熱量 Q を，W，R，T_0 の中から必要なものを用いて表せ．

(次ページにつづく)

(3) 温度調整器 β のスイッチを切ったまま，状態1から，温度調整器 α をはたらかせて気体Aの温度をゆっくり低下させると，ピストンが x 軸の負方向に動いた．ピストンが原点に戻るまで温度調整器 α をはたらかせた後，温度調整器 α のスイッチを切り，気体の温度を一定に保った（図8）．この状態を状態2と呼ぶ．状態2における気体Aの温度 T_2 は，T_0 と同じか，T_0 より高いか，または低いか，理由とともに答えよ．

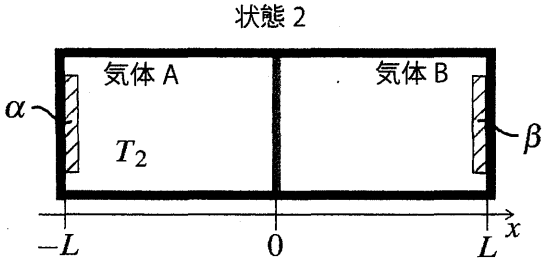


図 8

令和７年度 東北大学理学部AO入試Ⅱ期（化学系）

適性試問Ａ

令和６年１１月２日（土）

９：１５～１０：３０

受験番号＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿　　氏名＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

注意事項

１．試験開始の合図があるまで、この問題冊子、解答用紙を開かないこと。

２．試験開始後、全ての問題冊子と解答用紙が揃っているかどうかを確認すること。

なお、本冊子に落丁、乱丁、印刷不鮮明の箇所などがある場合は申し出ること。

３．$\boxed{1}$から$\boxed{3}$の問題の解答は、それぞれの解答用紙の指定された箇所に記入すること。

また、解答用紙すべてに受験番号と氏名を記入すること。

４．計算用紙は、草案や計算のために使用してよいが、裏には書かないこと。

また、用紙は回収するので、受験番号と氏名を記入すること。

５．この問題冊子も回収するので、表紙に受験番号と氏名を記入すること。

このページは白紙

（解答用紙 1 に解答せよ）

1　水素化合物の分子間力に関する次の文章を読み，以下の問 1 から問 6 に答えよ。

図 1 は第 2 周期から第 5 周期における 14 族から 17 族の水素化合物の融点を示している。すなわち，四本の折れ線グラフはそれぞれ同じ族（①から④）の化合物の融点を結んだ線を表している。また，(a)から(i)は特定の水素化合物を示す。

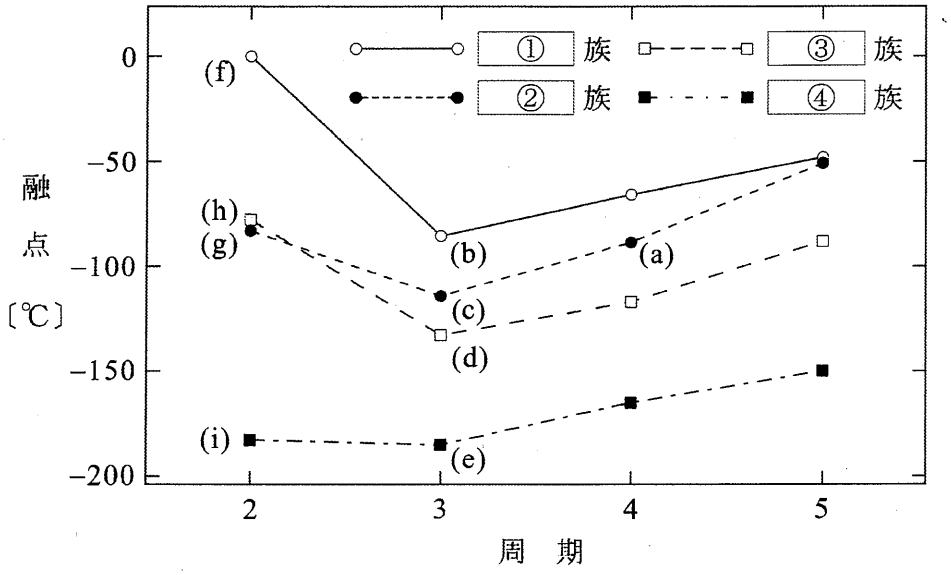


図 1

問 1　(a) は臭素の水素化合物である。①から④にあてはまる族の番号を解答欄に記せ。

問 2　(b), (c), (d), (e) は第 3 周期の元素の水素化合物である。(b), (c), (d), (e) の化学式を記せ。

問 3　第 3 周期以降では，どの族の水素化合物も周期番号の大きいものほど融点が高くなっている。この理由を簡単に述べよ。

問 4　(f), (g), (h), (i) は第 2 周期の元素の水素化合物である。(f), (g), (h) の融点は第 3 周期以降の同じ族の水素化合物の融点よりも高い傾向がある。その理由を簡単に述べよ。

問 5　第 2 周期の元素の電気陰性度は，(f) に含まれる元素の方が (g) に含まれる元素よりも小さい。それにもかかわらず (f) の融点が (g) の融点よりも高くなる理由を簡単に述べよ。図を書いて説明しても良い。

問 6　一般に，沸点に比べて融点の値の方が「分子間力の大きさ」以外の性質の影響を受けやすい。そのような，「分子間力の大きさ」以外の性質の例を挙げよ。

（解答用紙 2 に解答せよ）

2 遷移元素に関する次の文章を読み，以下の問１から問８に答えよ。

遷移元素は全て金属元素であり，a)周期表上で横に並んだ元素どうしで性質が互いに似ていることが多い。ほとんどの単体は融点が高く，密度が大きい。さまざまな酸化数の状態をとり，酸化数の大きな化合物は，［ア］剤として利用されている。例えば，クロムやマンガンは，多くの酸化数をとる代表的な遷移元素である。

クロムの単体は，銀白色で硬く，常温では空気や水で酸化されにくい。これは表面に酸化膜を作り，［イ］を形成するため，内部が腐食されにくくなるためである。クロムの化合物であるクロム酸カリウムは水に溶かすと［ウ］色のクロム酸イオンを生じ，b)その水溶液を酸性にすると二クロム酸イオンに変化する。この水溶液を塩基性にすると元のクロム酸イオンに戻る。c)二クロム酸カリウムは，酸性溶液中では強い酸化作用を示しCr^{3+}を生じて暗緑色に変化する。

マンガンの単体は，空気中で表面が酸化されやすい。マンガン鋼と呼ばれるマンガンと［エ］との合金は極めて硬く，鉄道のレールの一部に用いられる。酸化マンガン（IV）は，d)触媒や乾電池の［オ］活物質などに用いられる。過マンガン酸カリウムは，水に溶かすと過マンガン酸イオンを含む赤紫色の溶液となり，この溶液は酸性条件下で酸化剤として働くとe)ほぼ無色～淡桃色の水溶液になる。

問1　文中の空欄［ア］から［ウ］に入る最も適切な語句を書け。

問2　文中の空欄［エ］には適切な金属名を書き，空欄［オ］には最も適切な電池の極（負極あるいは正極）を答えよ。

問3　下線部 a)の理由を，「内側の電子殻」と「最外殻電子」の語句を用いて，簡潔に答えよ。

問4　下線部 b)の反応のイオン反応式を書け。

問5　クロム酸イオンを含む水溶液に，金属イオンを入れると黄色の沈殿が生成した。この金属イオンとして適切なものを次の中から全て選び，該当する番号を○で囲め。

(1) Ag^{+}　(2) Li^{+}　(3) Pb^{2+}　(4) Na^{+}　(5) Ba^{2+}

問6　下線部 c)の反応について，電子 e^{-}を含むイオン反応式を書け。

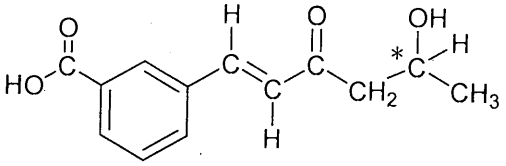
問7　下線部 d)に関して，酸化マンガン（IV）は過酸化水素から酸素を発生させる反応の触媒となる。この反応において，4 mol の過酸化水素から何 mol の酸素分子が発生するか，答えよ。

問8　下線部 e)で得られた溶液を塩基性～中性にした後，硫化水素を通じると淡桃色の沈殿が生じた。この沈殿は何か，化学式で答えよ。

（解答用紙 $\boxed{3}$ に解答せよ）

$\boxed{3}$ 次の文章[I]および[II]を読み，以下の問 1 から問 11 に答えよ。構造式や不斉炭素原子の表示（＊）を求められた場合は，以下の例にならって書け。特に指定がない場合は立体異性体を区別して書け。ただし，鏡像異性体は区別しない。計算のために必要な場合には，以下の数値を使用せよ。

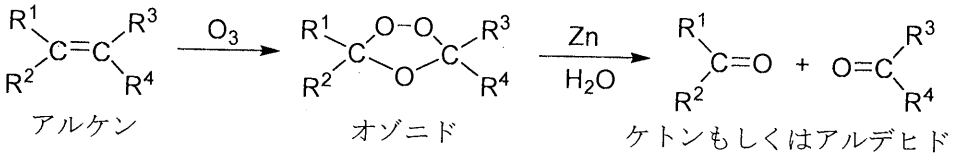
（例）



原子量　H = 1　C = 12　O = 16

なお，文章[II]の実験 9 に関連して，一般的なオゾン分解反応を以下に示す。

下式のように，アルケンにオゾン O_3 を作用させると，環状化合物（オゾニド）が生成し，さらに亜鉛を用いて還元し，加水分解すると，ケトンもしくはアルデヒドが得られる。R^1～R^4 は炭化水素基または水素である。



[I] 水素や鎖状炭化水素基に 1 つの $\boxed{ア}$ 基が結合した化合物を脂肪酸という。脂肪酸の中で，$\boxed{イ}$ は最も強い酸性を示し，$\boxed{ウ}$ 基をもつため，還元性を示す。モノカルボン酸で，光学異性体をもつ $\boxed{エ}$ は，ヨーグルトなどの乳製品に含まれている。シス－トランス異性体をもつ分子式 $C_4H_4O_4$ のジカルボン酸のうち，$\boxed{\mathbf{A}}$ は加熱すると，分子内で脱水反応が起こり，酸無水物 $\boxed{\mathbf{B}}$ が生成する。$\boxed{\mathbf{B}}$ とアニリンを適切な酸性条件を用いて高温（120 ℃以上）で加熱すると，脱水を伴って 1:1 で反応した化合物 $\boxed{\mathbf{C}}$ が得られる。$\boxed{\mathbf{C}}$ は酸性を示さない。分子式 C_8H_{10} の芳香族化合物には $\boxed{オ}$ 種類の異性体がある。いずれも適切な酸化反応により芳香族カルボン酸が得られる。

問1　文中の空欄 $\boxed{ア}$ から $\boxed{オ}$ に入る最も適切な語句または数字を書け。

問2　化合物 **A**，**B**，**C** の構造式を書け。

［II］ 炭素，水素，酸素原子のみからなる分子量500以下のエステル化合物**D**がある。化合物**D**について以下の実験1から実験10を行った。

実験1　118 mg の化合物 **D** を完全燃焼させると，319 mg の二酸化炭素と 63 mg の水が得られた。化合物 **D** は 1 個の不斉炭素原子をもつ。

実験2　化合物 **D** を水酸化ナトリウム水溶液で完全に加水分解した後，酸性になるまで希塩酸で処理すると，化合物 **E**，**F**，**G** および **H** が 1:1:1:1 の割合で得られた。化合物 **E** と **H** はそれぞれ不斉炭素原子を 1 個もつが，化合物 **F** と **G** は不斉炭素原子をもっていなかった。

実験3　分子式 $C_9H_{12}O$ の化合物 **E** はヨードホルム反応を示した。化合物 **E** を加熱すると，分子量が 18 減少した化合物 **I** が得られた。化合物 **I** はベンゼンの二置換体でパラ位に置換基がついている。

実験4　ベンゼン環に結合する置換基の位置が化合物 **I** と異なる異性体である化合物 **J** を過マンガン酸カリウムで酸化すると，化合物 **F** が得られた。

実験5　化合物 **F** は加熱すると脱水が起こり，化合物 **K** が生じた。

実験6　化合物 **E** と化合物 **K** を反応させると，化合物 **L** が得られた。化合物 **L** は 1 つの不斉炭素原子をもち，炭酸水素ナトリウム水溶液を加えると，気体が発生した。

実験7　化合物 **G** は，安息香酸に濃硫酸を加えてスルホン化した後，アルカリ融解することで得られた。適切な機器分析を行ったところ，化合物 **G** はベンゼン環の 4 個の水素原子の中で 3 個の水素原子が隣り合っている構造であった。

実験8　化合物 **G** と化合物 **L** を適切な酸性条件で脱水縮合反応させると，化合物 **M** が得られた。化合物 **M** は 1 つの不斉炭素原子をもち，炭酸水素ナトリウム水溶液を加えると，気体が発生した。化合物 **M** に塩化鉄(III)水溶液を加えたが，呈色しなかった。

実験9　分子式 C_6H_{12} の化合物 **N** をオゾン分解すると，化合物 **H** とホルムアルデヒドが得られた。

実験10　化合物 **N** は 1 つの不斉炭素原子をもっていた。化合物 **N** に適切な触媒を用いて 1 分子の水素分子を付加させたところ，不斉炭素原子をもたない化合物 **O** が得られた。

問3　化合物 **E** の構造式を書け。不斉炭素原子には＊印をつけよ。

問4　化合物 **I** の構造式を書け。

問5　化合物 **F** の構造式を書け。

問6　化合物 **L** の構造式を書け。不斉炭素原子には＊印をつけよ。

問7　化合物 **G** の構造式を書け。

問8　化合物 **M** の構造式を書け。不斉炭素原子には＊印をつけよ。

問9　化合物 **N** の構造式を書け。不斉炭素原子には＊印をつけよ。

問10 化合物 **H** の構造式を書け。不斉炭素原子には＊印をつけよ。

問11 化合物 **D** の構造式を書け。不斉炭素原子に＊印をつけよ。立体異性体が複数存在する場合は，どれか１つの異性体を書け。

令和７年度 東北大学理学部AO入試Ⅱ期（化学系）

適性試問B

令和６年１１月２日（土）

１１：１０～１２：００

受験番号＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿　　氏名＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

注意事項

１．試験開始の合図があるまで、この問題冊子、解答用紙を開かないこと。

２．試験開始後、全ての問題冊子と解答用紙が揃っているかどうかを確認すること。

なお、本冊子に落丁、乱丁、印刷不鮮明の箇所などがある場合は申し出ること。

３．4及び5の問題の解答は、それぞれの解答用紙の指定された箇所に記入すること。

また、解答用紙すべてに受験番号と氏名を記入すること。

４．計算用紙は、草案や計算のために使用してよいが、裏には書かないこと。

また、用紙は回収するので、受験番号と氏名を記入すること。

５．この問題冊子も回収するので、表紙に受験番号と氏名を記入すること。

このページは白紙

(解答用紙 **4** に解答せよ)

4 次の文章を読み，以下の問1から問7に答えよ。

温度Tの密閉された体積一定の容器内において，２つの気体AとBから気体Cを生成する以下の化学反応を考える。すなわち，

$$\mathrm{A} + \mathrm{B} \rightleftharpoons \mathrm{C} \qquad (1)$$

反応の開始時，容器内には気体AとBしかなく，分圧はそれぞれP_AおよびP_Bであるとする。また，反応開始時の気体Aの物質量をn_Aとする。この反応は，時間が経つとやがて平衡に達する(図1)。この平衡時，容器内の温度はT，全圧はPであったとする。気体はいずれも理想気体であるとする。

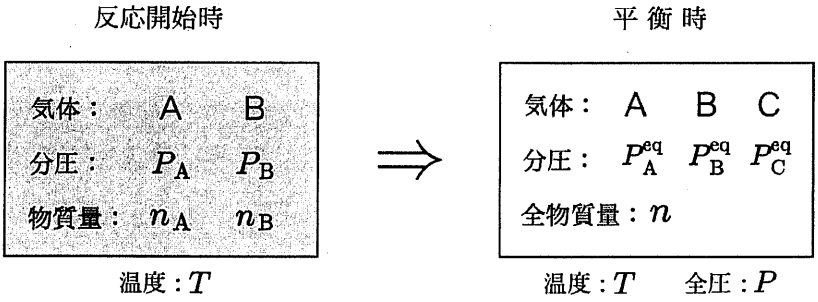


図 1

問1 反応開始時の気体Bの物質量n_Bを，P_A, P_Bおよびn_Aを用いて記せ。

問2 反応の平衡時の全ての気体の物質量の合計nを，P, P_Aおよびn_Aを用いて記せ。

問3 反応の平衡時の気体Cの分圧P_C^{eq}を，P, P_A, P_Bおよびn_Aのうち，必要な変数を用いて記せ。導出の過程も記せ。

問4 反応の平衡時の気体Aの分圧P_A^{eq}を，P, P_A, P_Bおよびn_Aのうち，必要な変数を用いて記せ。導出の過程も記せ。

問5 1 mol の気体Aが全て式(1)の反応をした時に放出される熱量をQとする。問題文の反応においてqの熱量が放出されたとすると，反応開始時の気体Aの物質量n_Aを，P, P_A, P_B, qおよびQを用いて記せ。導出の過程も記せ。

問6 問5において，$Q > 0$ とする。容器内の気体の温度を $T'(> T)$ に上昇させると，平衡は右方向に移動するか左方向に移動するか，理由とともに述べよ。

問7 式 (1) の反応において容器内に触媒を導入した場合を考える。これによって，温度の変化は無いものとすると，式 (1) の反応の圧平衡定数 K_p の値はどのように変化するか，理由とともに述べよ。

（解答用紙 5 に解答せよ）

5 次の文章を読み，以下の問１から問８に答えよ。計算のために必要な場合には，以下の数値を使用せよ。

原子量　H = 1　O = 16　S = 32　$\sqrt{2} = 1.41$　$\sqrt{3} = 1.73$　$\sqrt{5} = 2.24$　$\sqrt{7} = 2.64$

酸素は空気，水，岩石，有機化合物などの構成元素であり，地殻中で最も存在量の多い元素である。酸素 O_2 は工業的には液体空気の分留で得られる。実験室では過酸化水素 H_2O_2 の水溶液に，触媒として酸化マンガン (IV) を加えるか，a) 塩素酸カリウム $KClO_3$ に，触媒として酸化マンガン (IV) を加え，加熱して O_2 を発生させ，［ア］置換で集める。酸素は反応性に富み，多くの元素と反応して b) 酸化物をつくる。

硫黄は酸素と同じ 16 族に属する典型元素である。硫黄の単体には環状分子［A］からなる単斜硫黄と斜方硫黄，鎖状分子からなるゴム状硫黄などの同素体がある。硫化水素は腐卵臭を持つ無色の有毒な気体で，c) 還元作用を示す。硫化水素は多くの金属イオンと反応し，特有の色を持つ硫化物の沈殿を生じる。たとえば，酢酸鉛 (II) 水溶液に硫化水素を通じると，［イ］色の硫化鉛 (II) の沈殿を生じるため，この化学反応は硫化水素の検出に用いられる。硫酸は肥料や薬品製造，金属精錬など，化学工業に広く用いられる。熱濃硫酸は酸化力が強く，［ウ］を発生しながら銅や銀を溶かす。一方，希硫酸は強い酸性を示し［エ］を発生しながら亜鉛や鉄などを溶かす。

問１　文中の空欄［ア］から［エ］に入る最も適切な語句を書け。ただし，空欄［ウ］と［エ］は気体の名称とする。

問２　文中の空欄［A］に入る最も適切な物質の化学式を書け。

問３　下線部 a) の反応を，イオンを含まない化学反応式で書け。

問４　下線部 b) について，次の (a) から (f) の酸化物のうち，両性酸化物をすべて選び，解答欄の記号を○で囲め。

(a) Al_2O_3　(b) ZnO　(c) Na_2O　(d) SO_2　(e) BaO　(f) PbO

問５　硫酸を接触法で製造する際に，640 g の単体の硫黄を原料とした場合，98%（質量パーセント濃度）の硫酸は何 g 得られるかを算出し，有効数字２桁で書け。ただし硫黄はすべて硫酸になるものとする。

問６　下線部 c) について，硫化水素が二酸化硫黄と反応して硫黄の単体を生じる反応式を書け。

問 7　硫酸 H_2SO_4 の第一電離は完全電離であるが，第二電離は電離平衡状態である。第二電離における電離定数を 2.00×10^{-2} mol/L として，0.100 mol/L の硫酸の水素イオン濃度を有効数字 2 桁で書け。導出過程も簡潔に記せ。

問 8　下記の文章において [オ] に入る語句を，次の (a) から (e) のうち，最も適切なものを一つ選び，解答欄の記号を○で囲め。

濃硫酸を水で薄める場合，冷却しながら水に濃硫酸を少しずつ加えなければいけない。これは濃硫酸と水を混ぜると多量の [オ] が発生するためである。

(a) 蒸発熱　(b) 生成熱　(c) 融解熱　(d) 溶解熱　(e) 中和熱

令和７年度（2025 年度）
東北大学理学部地球科学系
AO 入試 II 期

筆記問題
（問題 I・問題 II）

試験時間　9:15 – 11:15
（120 分）

注　意　事　項

1. 机の上には受験票、筆記用具、時計以外は置かないこと。
2. 携帯電話や音の出る機器などは、電源を切ってカバンの中に入れること。
3. 合図があるまで問題冊子を開かないこと。
4. 試験開始後、この問題冊子とすべての解答用紙に受験記号番号および氏名を記入すること。
5. ページの脱落や印刷の不鮮明などがある場合には試験監督者に申し出ること。
6. 試験時間 120 分で、問題 I と問題 II に解答すること。
7. 解答は、すべて該当する問題の解答用紙に記入すること。
8. 問題冊子の余白は、必要に応じてメモや計算に使用して良い。
9. 解答用紙を持ち帰ることはできません。無記入の場合でもすべての解答用紙を提出すること。
10. 問題について質問がある場合は、発言せずに挙手して、試験監督者に知らせること。
11. 試験終了後、この問題冊子は回収します。

受験記号番号：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

氏　　名：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

このページは余白

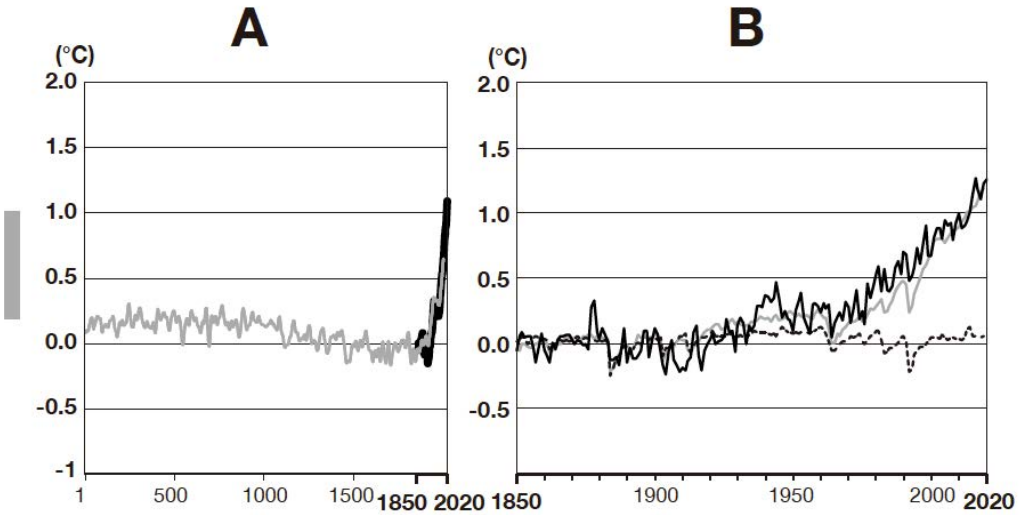
問題　Ⅰ

次の文章を読み、以下の問い（問１～問６）に答えよ。

Global surface temperature has increased faster since 1970 than in any other 50-year period over at least the last 2000 years. Temperatures during the most recent decade (2011–2020) exceed those of the most recent multi-century warm period, around 6500 years ago (0.2 °C to 1 °C relative to 1850–1900). Prior to a)that, the next most recent warm period was about 125,000 years ago, when the multi-century temperature (0.5 °C to 1.5 °C relative to 1850–1900) overlaps the observations of the most recent decade.

Panel A: Changes in global surface temperature reconstructed from paleoclimate archives (solid grey line, years 1–2000) and from direct observations (solid black line, 1850–2020), both relative to 1850–1900 and decadally averaged. b)The vertical bar on the left shows the estimated temperature during the warmest multi-century period in at least the last 100,000 years, which occurred around 6500 years ago during the current interglacial period. The Last Interglacial, around 125,000 years ago, is the next most recent candidate for a period of higher temperature. These past warm periods were caused by slow (multi-millennial) orbital variations.

Panel B: Changes in global surface temperature over the past 170 years (solid black line) relative to 1850–1900 and annually averaged, compared to Coupled Model Intercomparison Project Phase 6 (CMIP6) climate model simulations of the temperature response to both human and natural drivers (grey line) and to only natural drivers ([　c　], dashed black line).



(Adapted from “IPCC, 2021: Summary for Policymakers”)（IPCC, 2021: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson□Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. In Press.）

（参考）

global surface temperature:　世界平均気温（地表面温度と海洋表層水温から算出した平均）

paleoclimate: 古気候　　interglacial: 間氷期　　multi-millennial: 数千年にわたる

Coupled Model Intercomparison Project: 結合モデル相互比較プロジェクト（気候予測を開発し提供する国際的な研究プロジェクトで、Phase 6 は 2016 年に発表された）

問１　下線部 a) が指す年代について、文章中から語句を抜き出して英語で答えよ。

問２　下線部 b) を和訳せよ。

問３　6500 年前の世界平均気温について、文章中の数値を用いながら日本語で、2 行以内で説明せよ。

問４　[　c　] 内に入る最も適切な語句を、以下のア～エのうちから一つ選べ。

ア)　solar and volcanic activity
イ)　carbon dioxide and methane
ウ)　warming and ocean acidification
エ)　ice-sheet melting and sea-level rise

問５　パネル A・B の 2 つからわかることを説明している題名として最も適切なものを、以下のア～エのうちから一つ選べ。

ア)　Orbital elements that have caused rapid global warming in recent years
イ)　Changes in global temperatures and effects of recent global warming on human society
ウ)　How global temperature change affects human activity during the Last Interglacial
エ)　History of global temperature change and causes of recent warming

問６　過去 50 年間（1970–2020 年）の世界平均気温について、本文および図に基づき、以下の語句をすべて用いて、英語で 3 行以内で述べよ。なお、1 文でなくともよい。

[human influence,　relative to 1850–1900,　warming rate]

このページは余白

問題　II

次の文章を読み、以下の問い（問１～問５）に答えよ。

放射性同位体はα線、β線、γ線を放出して放射壊変する。α壊変はα線という陽子２個と中性子２個からなる［　ア　］原子核を放出する現象、β壊変はβ線という電子を放出する現象、γ壊変はγ線という［　イ　］を放出する現象である。放射性同位体の数（N）は時間（t）の経過とともに以下の式に従って減少する。

$$N = N_0 \times \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T_{1/2}}}$$

ここで、N_0は壊変開始時の放射性同位体の数、$T_{1/2}$は半減期である。半減期の２倍の時間が経過したときのNはN_0の［　ウ　］倍である。

放射壊変は地球で普遍的に起こる現象であり、カリウム（K）やウラン（U）の放射壊変は地球を温める熱源の一つである。放射性同位体であるカリウム 40（^{40}K）の半減期は 12.5 億年であり、β壊変してカルシウム 40（^{40}Ca）またはアルゴン 40（^{40}Ar）になる。a)ウラン 238（^{238}U）の半減期は 45 億年であり、α壊変とβ壊変を繰り返して鉛 206（^{206}Pb）になる。

問１　上記文章中の［　ア　］～［　ウ　］に入る最も適切な語句または数値を下記の選択肢のうちからそれぞれ一つ選べ。

［　紫外線、赤外線、電磁波、水素、ヘリウム、リチウム、1/2、1/4、1/8　］

問２　図 1 は放射線源からα線、β線、γ線が放出され、磁石の間を通過した後の各線の取る軌道を示している。①から③の軌道に該当する放射線を答えよ。

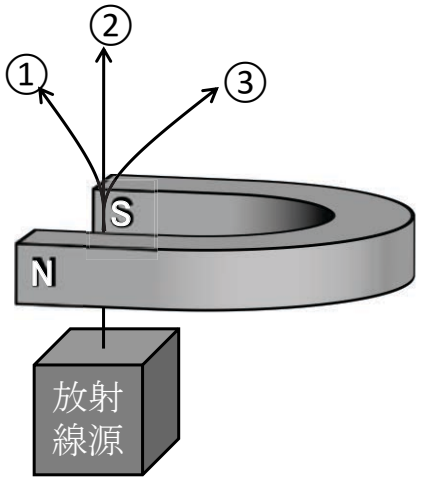


図１：放射線源から放出される放射線の軌道。
①、②、③の軌道は同一平面状にある。

問３　下線部a) について、^{238}Uはα壊変とβ壊変をそれぞれ何回行って^{206}Pbになるか、計算過程も示して答えよ。ただし、ウランと鉛の原子番号は、それぞれ92と82である。

問４　現在の地球のすべての^{40}Kと^{238}Uから得られる単位時間当たりのエネルギー(W)は、それぞれおよそ4×10^{12}（W）と8×10^{12}（W）である。地球誕生直後の45億年前では、^{40}Kと^{238}Uから得られる単位時間当たりのエネルギーはどちらが何倍大きいか、計算過程も示して有効数字2桁で答えよ。
ただし、放射壊変によって発生する単位時間当たりのエネルギーは放射性同位体の数に比例し、また、$2^{3.6}=12$とする。

問５　放射性同位体の壊変熱によって地球の内部は温められている。これによって、人間の生活に大きな影響を与えるどのような自然現象が起こるか。地球内部の活動を踏まえて、あなたの考えを5行以内で述べよ。

このページは余白

このページは余白

令和７年度（2025 年度）
東北大学理学部地球科学系
AO 入試 II 期

筆記問題
（問題 III）

試験時間　11:45 – 12:45
（60 分）

注　意　事　項

1. 机の上には受験票、筆記用具、時計以外は置かないこと。
2. 携帯電話や音の出る機器などは、電源を切ってカバンの中に入れること。
3. 合図があるまで問題冊子を開かないこと。
4. 試験開始後、この問題冊子、すべての解答用紙に受験記号番号および氏名を記入すること。
5. ページの脱落や印刷の不鮮明などがある場合には試験監督者に申し出ること。
6. 解答は、すべて該当する問題の解答用紙に記入すること。
7. 問題冊子の余白は、必要に応じてメモや計算に使用して良い。
8. 解答用紙を持ち帰ることはできません。無記入の場合でもすべての解答用紙を提出すること。
9. 問題について質問がある場合は、発言せずに挙手して、試験監督者に知らせること。
10. 試験終了後、この問題冊子は回収します。

受験記号番号：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

氏　　名：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

このページは余白

問題　III

次の文章を読み、以下の問い（問１～問４）に答えよ。

自由課題研究で、地球のマントルの層構造の様子や構成鉱物を詳しく調べることにした。その結果、岩石や鉱物の物質科学的な性質を調べることで、地球や惑星の内部構造が研究されていることがわかった。特に、地球の内部構造の解明には、岩石や鉱物中を伝わる地震波速度が鍵になっていることがわかり、以下の情報を入手することができた。

＜情　報＞

・地球内部の構造は、地震波速度の不連続面の存在により、地殻・マントル・核の三層構造を取ることがわかっていて、より詳しい解析から、マントルや核はさらに区分される。

・図 1a は、地球内部の地震波速度（P 波）と密度分布を示した図であり、図 1b と 1c は、それぞれ図 1a の一部を拡大したものである。

・図 2 は、深さ 3000 km 付近までの地球内部の温度分布を示した図である。

・地球のマントルは、鉱物の集合体である岩石で構成されている。また、マントルは、温度および圧力が非常に高い環境であり、そこに存在する岩石中の鉱物は、温度と圧力の条件に応じて、結晶構造が変化し、地表の鉱物とは異なる性質をもっている。

・地震波速度だけでは、岩石を構成している鉱物が何かまでは決められない。

・図 3 は、地球の地殻とマントルの主要な構成鉱物である**鉱物Ｆの温度と圧力に応じた鉱物種の変化**を示した図であり、マントルで観察される比較的明瞭な地震波速度の不連続な変化は、これらの**鉱物種の変化でほぼ説明されている。**

・表 1 は、図 3 中の**各鉱物の大気圧下での密度**をまとめたものである。

上記情報に基づいて、以下の問１～問４に答えよ。

問１　地球のマントルでは、**およそ**どのような圧力条件で、どの程度の地震波速度の不連続な変化および密度の不連続な変化が生じているか、**適切な図から数値を読み取って、**4 行以内で説明せよ。なお、マントルにおけるある深さ h での圧力 P は、$P = \rho g h$ で近似できるものとする。ただし、P は圧力 [Pa = N/m^2 = kg/(m･s^2)] 、ρ は密度（g/cm^3）、g は重力加速度（9.8 m/s^2）、h は深さ（km）である。**解答における<u>圧力の単位には GPa (= 10^9 Pa)を用いよ</u>**。

問２　地球のマントルの深さ 250−1000 km 付近までの温度と圧力に相当する領域を**解答用紙の図中に記入**し、マントルで観察される地震波速度の不連続な変化を、鉱物種の変化と関連させて 4 行以内で説明せよ。ただし、解答用紙の図には、圧力値が 30 GPa を超える領域を記入する必要はない。

問３　複雑な地震波速度の不連続な変化が観察される地球のマントルを上部と下部に分けるとしたらどのように区分するか、そのように判断する理由を含めて、あなたの考えを４行以内で記述せよ。

問４　地球のマントルで観測される地震波速度の不連続な変化をより詳しく理解して、マントルの構造を議論するためには、前述の情報に加えてどのような情報をさらに入手すべきか、その情報を追加する理由と合わせて、あなたの考えを４行以内で記述せよ。

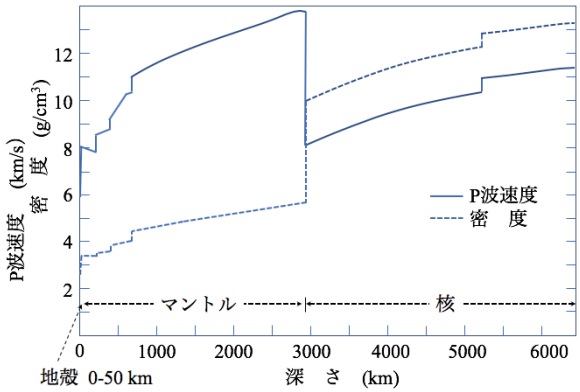


図 1a　地球内部の P 波速度と密度分布

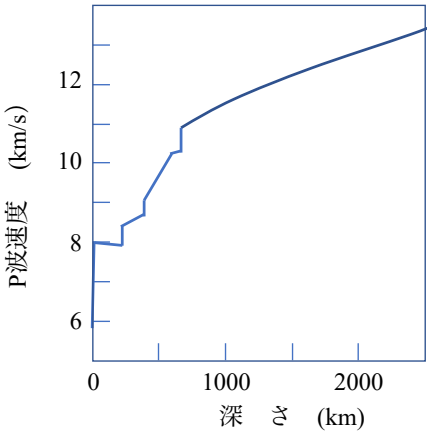


図 1b　図 1a の一部拡大図
(P 波速度)

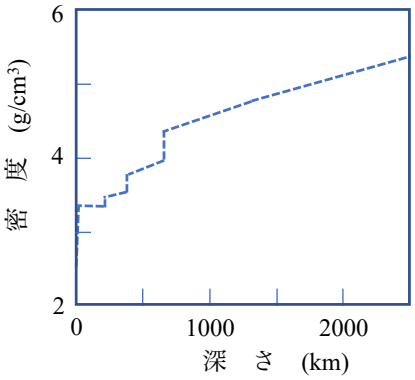


図 1c　図 1a の一部拡大図
(密度分布)

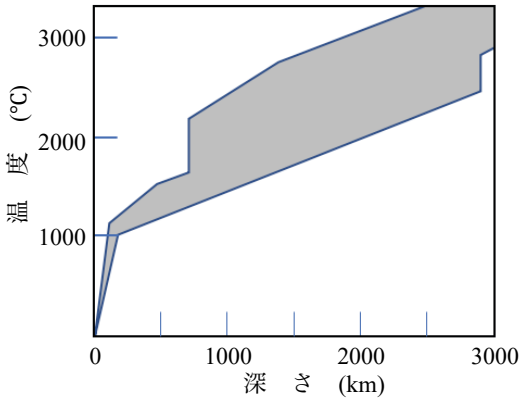


図２　地球内部の温度分布
(灰色部：推定される地球内部の温度)

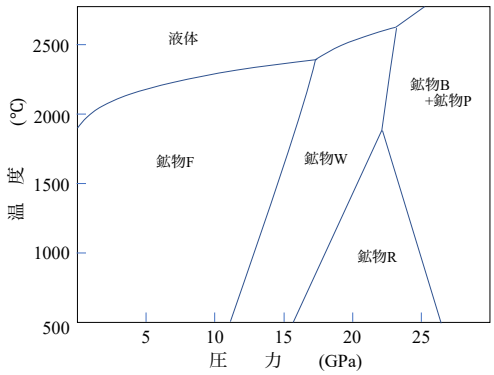


図３　温度と圧力の変化に応じた鉱物種の変化

表１　各鉱物種の大気圧下での密度

鉱物種	密度 (g/cm³)
鉱物F	3.22
鉱物W	3.47
鉱物R	3.55
鉱物B	4.10
鉱物P	3.58

このページは余白

このページは余白

令和７年度
東北大学理学部
AO 入試 II 期

生物系 適性試問

注意

1. 解答時間は 9 : 15 ～ 10 : 45 です。
2. 問題は 2 問あります（問題 1，問題 2）。
3. 解答用紙は 4 枚あります。4 枚とも，受験番号，氏名を記入してください。
4. 解答用紙の所定の場所に解答を記入してください。
5. 問題用紙は持ち帰らないでください。

問題 1　次の文章は，2019 年にイグ・ノーベル物理学賞を受賞した研究に関する記事である。これを読み，以下の問いに答えよ。

Wombats are an animal native to Australia perhaps best-known for being quite cute. Recently, you might have seen that these charming animals use their hard butts[*1] to defend themselves. That's not all their behinds are famous for: wombats are the only animals in the world that produce cube-shaped poop[*2].

While their droppings have sparked much interest and debate, actual research into the intricacies[*3] of wombat scat[*2] has been scant[*4]. That's left scientists largely in the dark about the phenomenon—until recently. Here's what we know about their cube-shaped poop and the other interesting way they use their back-ends.

In 2018, Patricia Yang, a researcher at the Georgia Institute of Technology who specializes in bodily fluids, started to look into the topic more closely after hearing about it at a conference. "I didn't really believe it," Yang says. [A] after confirming that it is, indeed, a fact, she began trying (a)to figure out why, and how, wombats poop in cubes.

"People have had all sorts of theories," says Mike Swinbourne, a wombat expert at the University of Adelaide in Australia. One popular hypothesis is that wombats make cubes so that they can pile them up to mark their territory, without the pieces rolling away. But Swinbourne says that's a misconception. While wombats do use their scat to mark territory, "it's not like they're trying to build little brick pyramids," he says. "They just poop where they poop."

Instead, Swinbourne says the cubic shape is more likely related to the dry environments that most wombats live in. "They have to really squeeze every drop of moisture out [of their food]," he said. And sometimes, in zoos, where the animals have readier access to hydration[*5], Swinbourne says their scat is less cubic. Being dry helps the scats form more rigid shapes with sharper angles. Moisture plays a role, but "it's also a factor of the primary digestive tract," adds Bill Zeigler, senior vice president for animal programs at Brookfield Zoo in Chicago, which has had wombats since 1969. Peter Clements, the president of the organization Wombats SA in Southern Australia, concurs, speculating that it's a combination of (b)the two.

Finding a more concrete answer, however, hasn't been easy. (c)研究用のウォンバットを入手するだけのために，彼女は数ヶ月を要した。 No zoos in North America had any, so Yang had the intestines[*6] of two roadkill wombats shipped from Australia. She wasn't sure what to expect when they arrived.

"At first I thought they maybe have square anus[*7], or maybe [the cube] forms right around the stomach," she said. But (d)neither of those hypotheses turned out to be the case. What she found

<次のページに続く>

to be more important was how the wombat intestines stretched. As food is digested it moves through the gut[*6], and pressure from the intestine helps form the feces[*2]—meaning that the shape of the intestine will affect the shape of a dropping. So Yang and the team expanded both wombat and pig intestines with a balloon to measure and compare their elasticities (or stretchiness). The pig intestine had a relatively uniform elasticity, which would explain the animal's rounder poo. The wombat intestines, however, had a much more irregular shape. Yang observed two distinct grooves[*8], where the intestine is stretchier, which she believes helps shape wombat feces into cubic scat.

"It's really the first time I've ever seen anybody come up with a good biological explanation," said Swinbourne, who reviewed the draft. Clements, who also read the early study, added, "I think this is a useful contribution, [B] more explanation of a possible mechanism would be helpful." Yang agrees that there are still a host of questions to answer and says her research is ongoing. (e)She has published a study on how the wombat's soft intestine can mold the faces into these sharp-cornered cubes. But even the initial findings imply broader implications for sectors such as manufacturing.

Cubes, Yang says, are very rare in nature. "We currently have only two methods to manufacture cubes," she said, explaining that humans either mold cubes from soft materials, or cut them from harder objects. "Wombats have (f)a third way."

Notes: [*1]**butt**: the part of your body that you sit on, [*2]**poo(p)/scat/feces**: solid waste from the body, [*3]**intricacy**: the state of containing a large number of parts or details, [*4]**scant**: not enough, [*5]**hydration**: the process of making the body absorb water, [*6]**intestine/gut**: a long tube through which food passes from the stomach, [*7]**anus**: the opening at the end of the digestive tract through which solid waste leaves the body, [*8]**groove**: a long, narrow space in the surface of a body part

<次のページに続く>

問 1　[A] と [B] に共通する適切な接続詞は何か，英語 1 語で答えよ。

問 2　下線部(a) について，以下の問いに答えよ。
1) why に関して，Swinbourne は従来の仮説に対しどのような見解を示したか。日本語で述べよ。
2) how に関して，Yang らの研究チームはどのような発見をしたか。50 字程度の日本語で述べよ。

問 3　下線部(b) は何と何を指すか，本文中から適切な語句をそれぞれ英語 4 語以内で抜き出せ。

問 4　下線部(c) を英訳せよ。

問 5　下線部(d) を和訳せよ。

問 6　下線部(e) について，以下の図は実際の論文に掲載されたデータである。グラフ b)の点線は何を表しているか，20 字程度の日本語で述べよ。

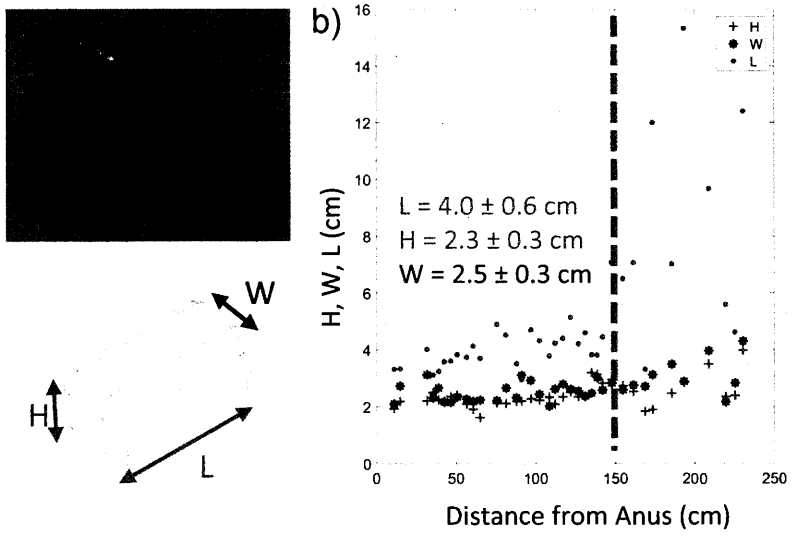


Figure
a) Two wombat feces and schematic showing the length, height, and width of each.
b) The relationship between wombat feces length scale and distance from the anus.
(Yang PJ et al.. *Soft Matter* 2021, 一部改変)

問 7　下線部(f) は何を指すか，20 字程度の日本語で述べよ。

<次のページに続く>

問題 2　次の文章を読み，以下の問いに答えよ。

北アメリカには昆虫のミバエの一種が生息している。このミバエは，幼虫が在来植物であるサンザシの成熟した果実を餌としていた。オスもメスも成熟した果実の匂いに誘引され，果実の上で交尾する。その後，メスは果実内に産卵する。

17 世紀以降，北アメリカにヨーロッパからリンゴの木が導入された。リンゴとサンザシは果実の成分と成熟の時期が異なっている。ところが，それまでサンザシの実を餌としていた一部のミバエ集団が，リンゴの果実を餌とするようになった。そしてこの集団の成虫のメスは，成熟したリンゴの果実に産卵していた。リンゴ果実を餌とするミバエ集団を調べてみると，サンザシの実を餌とするミバエ集団よりも，成虫がリンゴの果実の匂いに強く惹きつけられる性質をもち，リンゴ果実の成熟時期に合わせて成虫が発生していた。

リンゴを利用するミバエの遺伝子の発現調節の仕組みを調べてみると，リンゴの果実の香り成分がミバエの(a)嗅細胞を刺激し，シグナル伝達経路が活性化されていた。これにより，特定の(b)調節タンパク質（転写因子）が活性化し，嗅覚受容体分子の遺伝子の転写が促進される。また生活史を調節する遺伝子の作用で，(c)発生と繁殖の時期がリンゴ果実の成熟に同期するようになっていた。

リンゴを利用する集団とサンザシを利用する集団の間では，(d)生殖的隔離が進行し，種分化の初期段階が観察されるようになった。この事例は，環境の変化と人間活動が生物の進化に与える影響を示す例である。

問 1　下線部(a)について，一般的にシグナル分子が細胞膜上の受容体と結合した後，細胞内でどのように情報が伝達されるか，G タンパク質の役割に注目して 100 字以内で述べよ。

問 2　下線部(b)について，一般的に調節タンパク質がどのようにして特定の遺伝子の転写を促進するか，その機構を 100 字以内で説明せよ。

問 3　下線部(c)について，ミバエの発生と繁殖の時期がリンゴ果実の成熟に同期するよう進化した過程で，突然変異と自然選択はどう作用したと考えられるか，100 字以内で説明せよ。

問 4　下線部(d)の生殖的隔離が生じている理由は何か。100 字以内で説明せよ。

問 5　人間活動が生物の進化に与える影響を示す例を，ここに示した事例の他に，ふたつ挙げよ。

令和７年度
ＡＯ入試問題集
（医学部医学科）

公表期限：2028 年 3 月末

東北大学アドミッション機構

令和７年度（2025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６年11月２日

志願学部／学科	試験時間	ページ数
医学部医学科	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。

A1

———このページは白紙———

———このページは白紙———

$\boxed{1}$ 以下の問いに答えよ。

(1) 3桁の整数について，次の問いに答えよ。

(ア) 各位の数字の和が14であるものの個数を求めよ。

(イ) 各位の数字の和が5以上10以下であるものの個数を求めよ。

(2) 不等式 $a+b+c \geqq k$ を満たすすべての実数 a, b, c が，常に不等式 $a^2+b^2+c^2 \geqq a+b+c$ を満たすような実数 k の最小値を求めよ。

A1

$\boxed{2}$ 次の条件を満たす数列を $\{a_n\}$ とおく。

$$a_1 = 1,\ a_{n+1} = 2a_n + n - 1 \qquad (n = 1, 2, 3, \cdots)$$

(1) 一般項 a_n を求めよ。

(2) すべての自然数 n に対して，4^n を 6 で割ると余りが 4 であることを数学的帰納法を用いて示せ。

(3) 数列 $\{a_n\}$ の項のうち，6 で割り切れる項を順に取り出して並べたものを数列 $\{b_n\}$ とおく。一般項 b_n を求めよ。

A1

$\boxed{3}$ $f(x) = \frac{1}{2}(\log x)^2 - \log x - 1$ とする。次の問いに答えよ。ただし，e は自然対数 $\log x$ の底とする。

(1) $x > 0, y > 0$ のとき，不等式 $x^y e^{-x} \leqq y^y e^{-y}$ が成り立つことを示せ。

(2) n を正の整数とする。(1) で示した不等式を利用して，$\lim_{x \to \infty} x^n e^{-x} = 0$ であることを示せ。また，$\lim_{x \to \infty} \frac{(\log x)^n}{x}$ の値を求めよ。

(3) 直線 $y = mx$ が曲線 $y = f(x)$ と接するように定数 m の値を定めよ。

(4) a を実数とする。x についての方程式 $f(x) - ax = 0$ の実数解の個数を調べよ。

A1

令和７年度（2025年度）東北大学

ＡＯ入試（総合型選抜）Ⅱ期

筆記試験②　封筒

令和６年11月２日

志願学部／学科	試験時間	問題冊子数
医学部医学科	13：00～15：00 （120分）	３冊

注　意　事　項

1. **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。**
2. この封筒には，「問題冊子」３冊，「解答用紙」３種類，「メモ用紙」２枚が入っています。
3. 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

4. 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。
5. 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。
6. 「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。**
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」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７年度（2025 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６年 11 月２日

志願学部／学科	試 験 時 間	ページ数
医 学 部 医 学 科	13：00～15：00 （120 分）	12 ページ

B1

1 図１のように，長さ $2L$ の細い円筒内に，ばね定数 k，自然長 $2L$ のばねを入れ，ばねの一端を円筒の左端に固定し，他端に質量 m の小物体Ａを取り付けた。小物体Ａは円筒のなめらかな内面に接しながら運動することができ，円筒は変形することなく，小物体Ａの運動とばねの縮みを円筒に沿った方向に限定する役割をもつ。また，円筒は密閉されておらず，気体の圧力による力は考えなくてよい。小物体Ａの大きさや円筒の太さ，円筒やばねの質量，摩擦や空気抵抗は無視できるものとし，重力加速度の大きさを g とする。小物体Ａの運動は，ばねが完全に縮む場合はその直前までを考える。

以下の問１～３に答えよ。解答は解答用紙の所定の場所に記入せよ。また，結果だけでなく，考え方や計算の過程も示せ。

問１　図２のように，小物体Ａとばねが入った円筒を，ばねの固定された面を下にして水平面に垂直に置くと，小物体Ａはばねが L だけ縮んだ位置で静止した。

(a) ばね定数 k を，m，g，L を用いて表せ。

(b) 小物体Ａを，外力を加えてばねの自然長の位置まで静かに持ち上げる。このときの外力のした仕事 W を，m，g，L を用いて表せ。

(c) ばねの自然長の位置から小物体Ａを静かにはなすと，小物体は動き始めてばねが自然長から $\frac{1}{2}L$ だけ縮んだ位置を通過した。このときの小物体Ａの速さ v を，m，g，L の中から必要なものを用いて表せ。

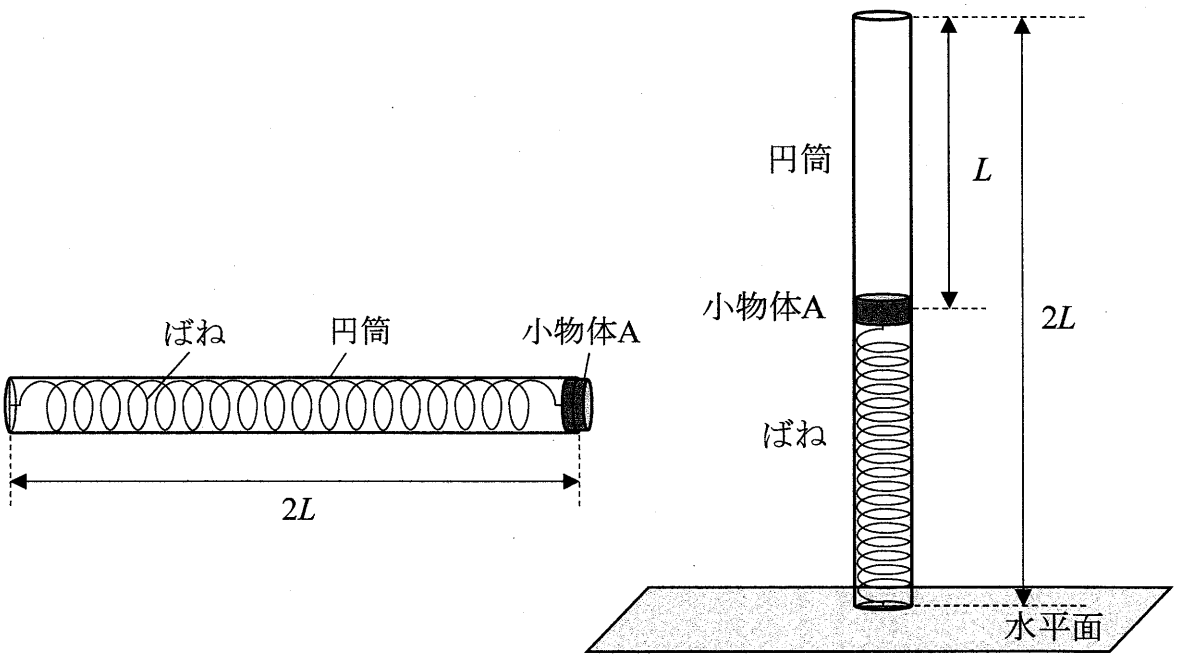


図１　　図２

問２　次に，図３のように，鉛直面に水平面からの高さが $2L$ の位置に細い軸を取り付け，その軸に円筒の上端を取り付けて，小物体Ａをばねの縮みが L の位置に静止させた。円筒の下端は水平面からわずかに離れており，円筒は小物体Ａとともに軸を中心に鉛直面に沿ってなめらかに回転できる。軸の位置を原点Ｏとして，水平に右向きを正として x 軸を，鉛直に上向きを正として y 軸をとる。力積および力の x 成分，y 成分の正の向きはそれぞれ x 軸，y 軸の正の向きとする。

その後，質量 M の小物体Ｂを，水平面上で x 軸の正の向きに速さ V で円筒の下端に衝突させた。衝突後，小物体Ｂは静止した。衝突において小物体Ｂが円筒に接していた時間は，その時間内での円筒の動きが無視できるほど短く，その微小な時間を Δt とする。

(a) 衝突で小物体Ｂが受けた力積の x 成分 I および平均の力の x 成分 $\overline{F}$ を，それぞれ M，V，Δt の中から必要なものを用いて表せ。

(b) 衝突で小物体Ａが受けた平均の力の x 成分 $\overline{f}$ および衝突直後の小物体Ａの速さ v' を，それぞれ M，m，V，Δt の中から必要なものを用いて表せ。

(c) 円筒と小物体Ｂの衝突は完全弾性衝突であった。v' が V の何倍かを，数値で答えよ。

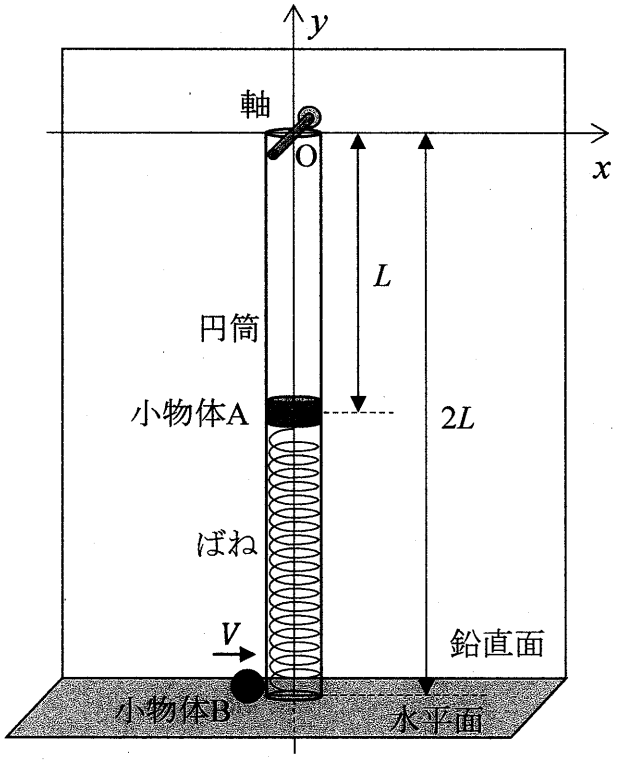


図３

問３　問２の小物体 B の衝突の後，静止した小物体 B を取り除いた。その後，図４のように小物体 A は初速度 v' で円筒とともに，y 座標が $y=-L$ の直線上を運動し始めた。

(a) 小物体 A の x 座標が x_A のときに，小物体 A にはたらく力の x 成分 F_x および y 成分 F_y を，それぞれ x_A，m，k，L の中から必要なものを用いて表せ。

(b) 時間が経過すると，円筒の振れは最大となり，一瞬静止して戻り始めた。円筒が振れ始めてから最初に振れが最大になるまでに要した時間 t および振れが最大となったときの小物体 A の x 座標 X を，それぞれ m，k，v'，L の中から必要なものを用いて表せ。

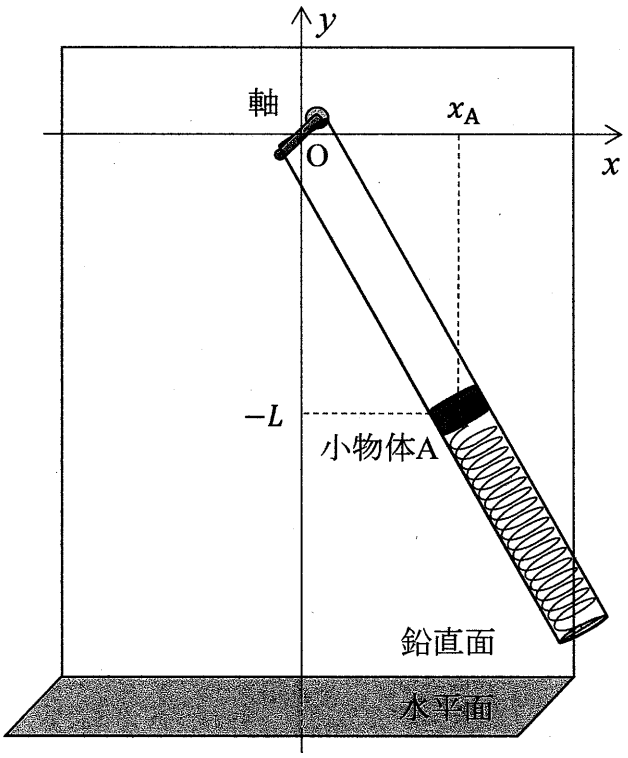


図４

2 水面を伝わる波は，媒質となる水の水深により波の速さが異なる。水深の異なる領域Ⅰから領域Ⅱに入射する水面を伝わる波について考える。領域Ⅰと領域Ⅱの静水における波の速さはそれぞれV_1，V_2 ($V_2 < V_1$)である。なお，２つの領域の境界面は平面で，境界面で反射する波は考えない。

以下の問１～３に答えよ。解答は解答用紙の所定の場所に記入せよ。また，結果だけでなく，考え方や計算の過程も示せ。

問１ 図１のように，領域Ⅰにおける波長がλ_1の平面波が，領域Ⅰから入射角θ_1で境界面に入射し，屈折角θ_2で屈折して領域Ⅱに進行した。領域Ⅰから領域Ⅱに進行する波の進む向きを示す線(射線)を矢印のついた破線で示し，領域Ⅰでの波面の一部を実線で示している。媒質となる水の流れはなく，そのときの水面を伝わる波の領域Ⅰに対する領域Ⅱの屈折率（相対屈折率）nを

$$n = \frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2}$$

と定義する。

(a) 波面①，波面②，波面③の領域Ⅱにおける様子を解答用紙の図に描き入れ，特徴的な角度を記入せよ。

(b) 描いた図から，領域Ⅱの波長λ_2を，λ_1，nを用いて表せ。

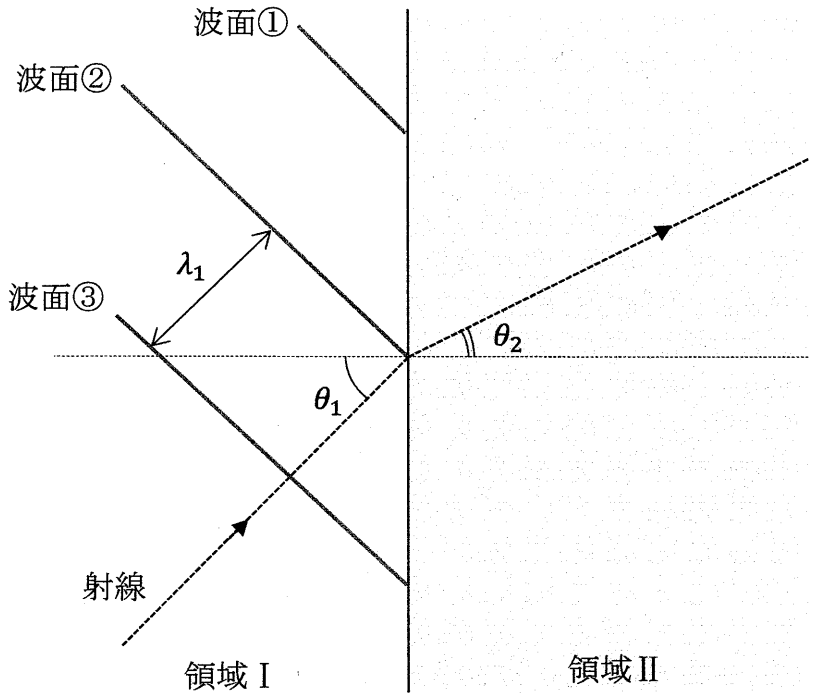


図１

問２　問１と同じ領域Ｉと領域IIがあり，図２のように，領域の境界に２つのスリット S_1, S_2 のある厚さの無視できるうすい壁を置き，領域II内でスリットから L だけ離れた位置に境界と平行にもう１つの壁Ｗを置いた。２つのスリットの間隔は D で，その二等分線（中心軸）と壁Ｗとの交点を原点Ｏとして壁Ｗに沿って x 軸を，中心軸に沿って y 軸をとる。x 軸の正の向きは S_2 から S_1 の向き，y 軸の正の向きはスリットのある壁から壁Ｗの向きとする。２つの領域，２つの壁は，x 軸に沿った方向には十分な広がりがある。壁Ｗ上の x 座標が X にある点をＰとする。水面を伝わる波の領域Ｉに対する領域IIの屈折率は n である。

領域Ｉからスリットに向かって波長 λ_1 の平面波を中心軸に平行に入射すると，領域IIで２つのスリットから生じた円形波が干渉した。

(a)　スリット S_1，S_2 から生じた波が，点Ｐにおいて同位相で重なり強め合った。そのときの条件式を，D, L, X, λ_1, n および整数 m $(m = 0, \pm1, \pm2, \pm3, \cdots)$ を用いて表せ。

(b)　問２(a)の条件式を満たす点の数は有限である。$D = 4\lambda_1$，$n = 1.4$ のときの強め合う点の数を，数値で答えよ。

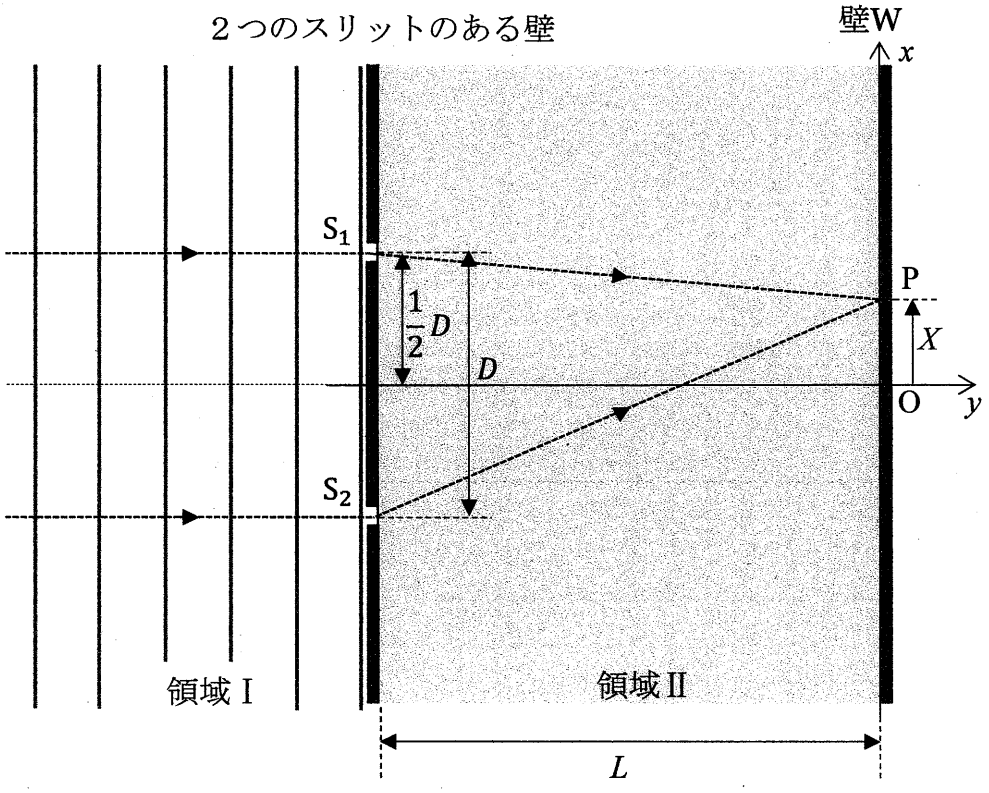


図２

B1

問３　図３のように，問２において，領域Ⅱの媒質の水を一様に x 軸の正の向きに速さ v で流した。スリット付近における水の流れの乱れは無視できる。なお，領域Ⅱの静水における波の速さは V_2，波長は λ_2 であり，S_1 と O の間の距離を ℓ とする。

(a) S_1 から O に向かって生じた水面波は，水の流れによって壁 W 上の点 P′ に到達した。S_1 から O に向かって生じた水面波の進む速度の y 成分の大きさ V_y および点 P′ の x 座標 X' を，それぞれ V_2，v，L，ℓ の中から必要なものを用いて表せ。

(b) S_1 から生じて点 P′ に到達する水面波の波長 $\lambda_2{}'$ を，V_2，v，D，L，λ_2，ℓ を用いて表せ。

(c) S_1 から生じて点 P′ に到達した水面波と，S_2 から生じて点 P′ に到達した水面波の重なりの様子を表すものとして最も適切なものを，次の(あ)～(え)の中から１つ選び記号で答えよ。また，選んだ理由を簡潔に説明せよ。

(あ) 流れがないときの点 O と同じように波が同位相で重なり強め合う。

(い) 流れがないときの点 O と同じように波が逆位相で重なり弱め合う。

(う) 波の位相差が時間とともに変化するため「うなり」が生じる。

(え) 流れがないときの点 P′ と同じ位相差で重なり，v によって重なり方の様子は変わる。

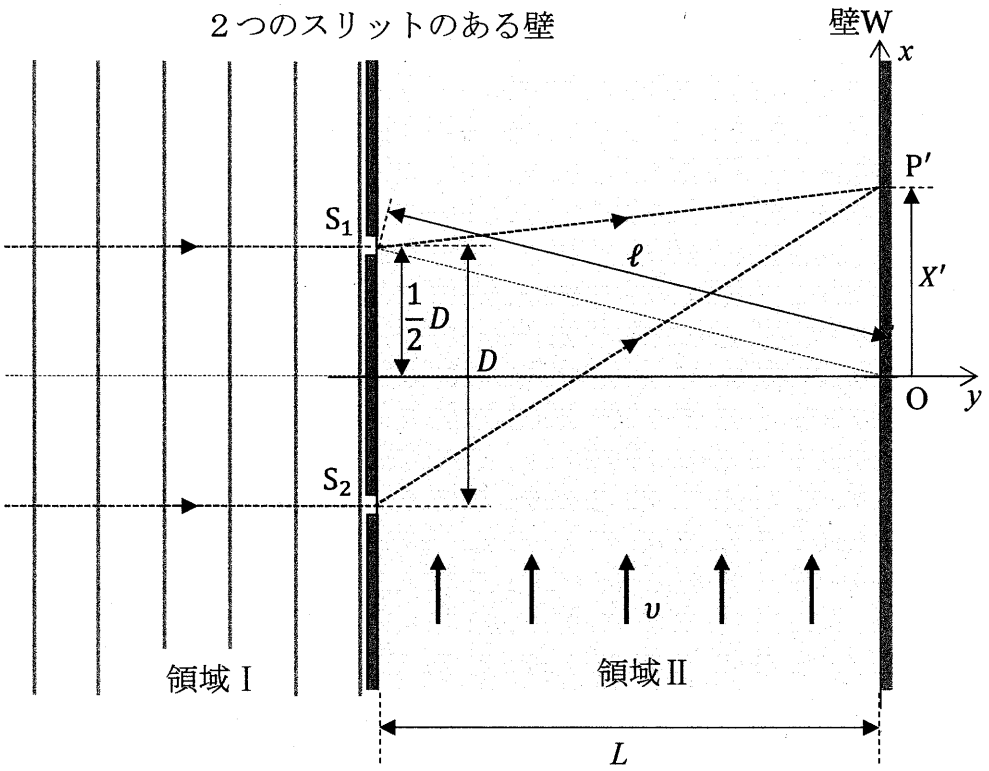


図３

B1

3 導体棒に電流を流す場合について考える。導体棒は抵抗率 ρ の一様な材質でできており，導体内のキャリア（電流の担い手）は電気量 $-e$ の自由電子で，単位体積あたりの数は n である。導体棒の両端に電圧を加えると，自由電子は導体棒内の電場（電界）から力を受け，加速されて進む。自由電子は導体棒内の金属イオン等との衝突により速さに比例する抵抗力を受け，やがて電場から受ける力と抵抗力とがつり合って，一定の速さで移動するようになる。この抵抗力の大きさは自由電子の速さ v に比例し，kv（k は正の比例定数）で表されるものとする。

以下の問１～３に答えよ。解答は解答用紙の所定の場所に記入せよ。また，結果だけでなく，考え方や計算の過程も示せ。

問１　図１のように，長さ L，縦幅 D，奥行き W の直方体の導体棒の両端の点 a と点 b の間に電圧 V を加えると，自由電子は一定の速さ v で移動し，大きさ I の電流が流れた。導体棒に沿って右向きを正として x 軸を，奥行き方向を正として y 軸を，上方向を正として z 軸を取り，導体棒の左端手前下を原点 O とする。

(a) この導体棒の両端 ab 間の抵抗値 R を，ρ，L，D，W を用いて表せ。

(b) 導体棒内の電場は一様であるので，電場の強さは $\dfrac{V}{L}$ となる。また，電流の大きさは，単位時間あたりに導体棒の断面を通過する電気量の大きさであるので，$I = envDW$ と表される。これらのことを用いて，比例定数 k を，ρ，e，n を用いて表せ。

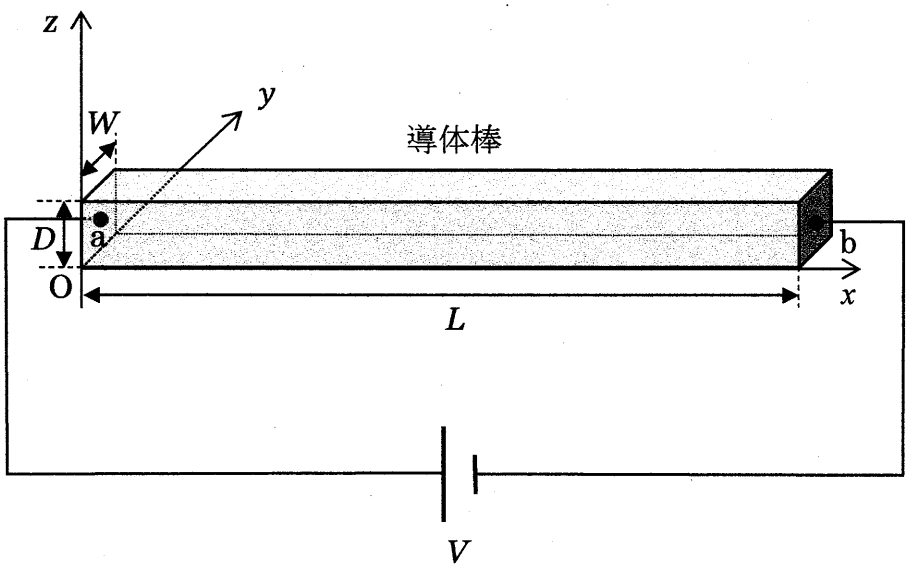


図１

問２　次に，図２のように，図１の電流が流れている導体棒に，y 軸の正の向きに磁束密度 B の一様な磁場（磁界）を加えた。導体棒内を移動する自由電子は，磁場からローレンツ力を受けることで自由電子の分布に偏りが生じる。この偏りによって導体棒内に z 軸に平行な向きに電場が生じ，導体棒の下面と上面の間に電圧が生じた（ホール効果）。この z 軸に平行な向きに生じた電場から自由電子が受ける力と，磁場によるローレンツ力がつり合うことで，自由電子は磁場を加える前と変わらず x 軸に平行な向きに速さ v で移動し，導体棒には大きさ I の電流が流れた。同じ x 座標にある導体棒の上面の点 p と下面の点 q の間の電圧の大きさを測定すると V_z であった。

(a) 自由電子が受けるローレンツ力の大きさ f を，e，v，B を用いて表し，この力の z 成分の向きを，正，負どちらかで答えよ。

(b) 点 p と点 q で電位の高い方を，p，q のどちらかで答え，また，単位体積あたりの自由電子の数 n を，e，ρ，L，D，V，B，V_z を用いて表せ。

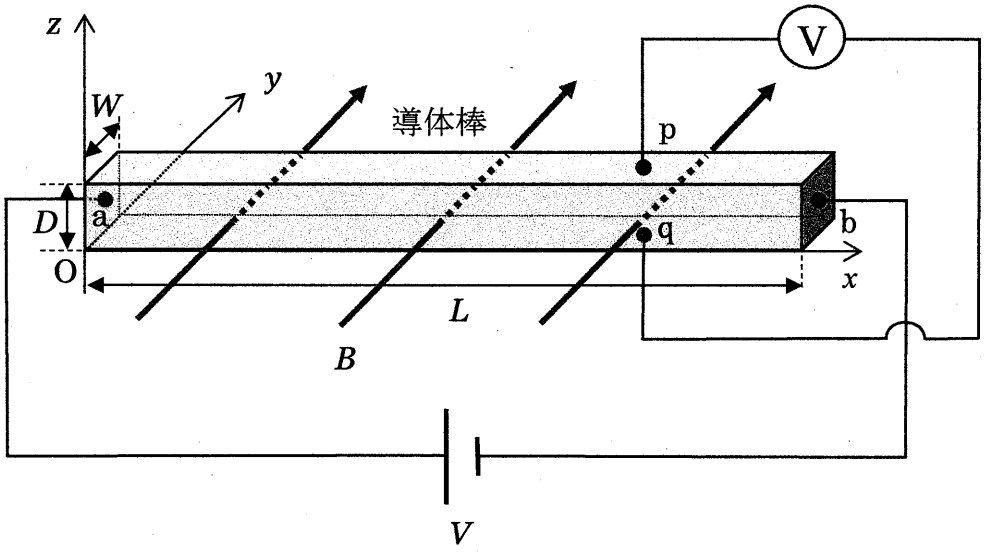


図２

問３　さらに，図３のように，導体棒を問１，２と同じ材質で，長さ L，奥行き W，z 軸方向の幅が D から D' $(L > D' > D)$ に x 座標とともに一定の割合で増加しているものに変えた。導体棒の両端 ab 間に電圧 V を加えると，導体棒には大きさ I' の電流が流れた。その後，y 軸の正の向きに磁束密度 B の一様な磁場を加え，x 座標がともに X の位置にある導体棒の上面の点 p′ と下面の点 q′ の間の電圧を測定した。

(a) x 座標が X の位置における自由電子の速さ v_X を，I'，e，n，L，D，D'，W，X を用いて表せ。

(b) x 座標が X の位置における点 p′ と点 q′ の間の電圧の大きさ V_X を，I'，e，n，B，L，D，D'，W，X の中から必要なものを用いて表せ。

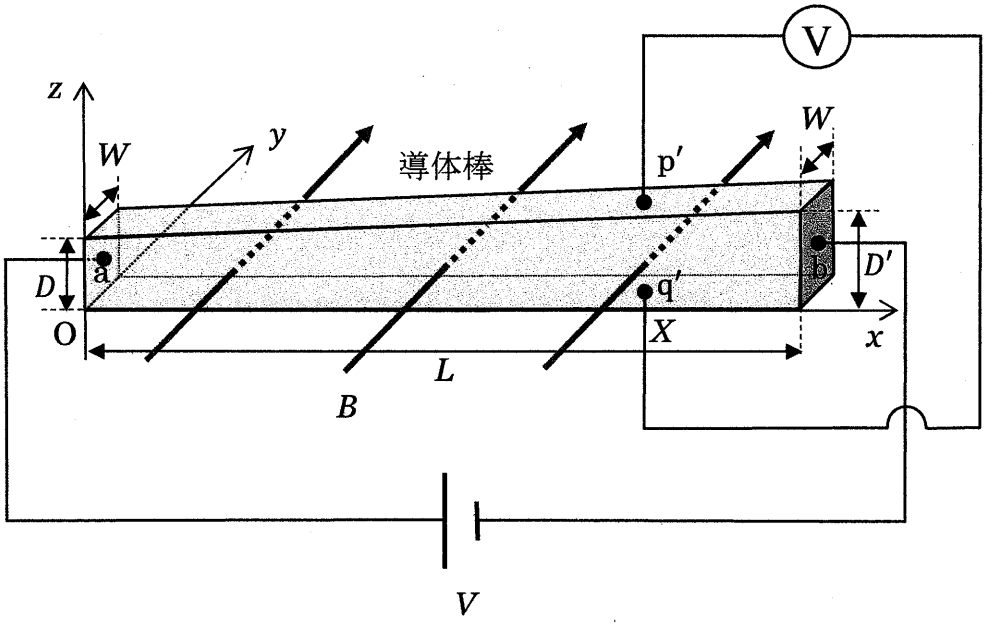


図３

令和７年度（2025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６年11月２日

志願学部／学科	試験時間	ページ数
医学部 医学科	13：00～15：00 （120分）	19ページ

B1

必要があれば次の数値を用いなさい。

気体定数： 8.3×10^{3} Pa·L/(mol·K)　　絶対零度： −273 ℃

アボガドロ定数： 6.0×10^{23} /mol

1 次の文章〔Ⅰ〕と〔Ⅱ〕を読み，問1から問7に答えなさい。

〔Ⅰ〕 a) イオン化エネルギーと電子親和力という2つのエネルギーは，原子と電子の親和性に関わるものであり，その大きさは個々の原子で異なっている。このことは，原子どうしの共有結合において，結合に関与する電子を引き付ける強さが原子によって異なることを示唆している。原子が共有電子対を引き付ける強さの尺度として電気陰性度があり，その数値化が試みられてきた。その1つにポーリングの電気陰性度がある。

ポーリングは，同じ原子Aどうしの結合（A−A）の結合エネルギーと原子Bどうしの結合（B−B）の結合エネルギーの平均に比べて，異なる原子AとBの間の結合（A−B）の結合エネルギーがいつも大きいことに気がついた（式i）。ここで，D_{XY}は原子Xと原子Yの結合エネルギーを表している(＊注1)。

$$D_{AB} - \frac{1}{2}(D_{AA}+D_{BB}) > 0 \quad (＊注2) \cdots \boxed{式\,i}$$

この現象の理由として，ポーリングは b) 原子AとBが共有結合したとき，共有電子対の偏りによって結合に極性が生じ，ある割合でイオン結合性を含むようになり，その分結合エネルギーが大きくなるためであると考えた。そこで，原子が共有電子対を引きつける強さを電気陰性度として χ で表し，2つの原子の電気陰性度の差の絶対値 $|\chi_A-\chi_B|$ が $\sqrt{D_{AB} - \frac{1}{2}(D_{AA}+D_{BB})}$ に比例するとして，式iiのように定義した。ただし，kは定数である。

$$|\chi_A-\chi_B| = k \times \sqrt{D_{AB} - \frac{1}{2}(D_{AA}+D_{BB})} \quad \cdots \boxed{式\,ii}$$

(＊注1) D は正しくは結合解離エネルギーを表すが，ここでは簡単に結合エネルギーとする。
(＊注2) D_{AA}とD_{BB}の相乗平均をとる式と相加平均をとる式が存在するが，ここでは相加平均をとる式を用いた。

問１　下線部 a)のイオン化エネルギーは原子が電子を失って陽イオンになる性質の強さを知る上で重要な指標であるが，水溶液中において単体の金属が電子を失って陽イオンになる性質の強さについてはイオン化エネルギーの値だけから推測することはできない。次の(1)と(2)に答えなさい。

(1)　単体の金属（固体）が水溶液中で電子を放出して陽イオンになろうとする性質のことを金属の［　ア　］という。空欄［　ア　］にあてはまる語句を 6 文字で書きなさい。

(2)　(1)で述べた金属の性質の強さは標準電極電位として定量的に表すことができ，その強さを Li，Na，K で比較すると Li ＞ K ＞ Na の順となる。この順番はイオン化エネルギーから推定される陽イオンになりやすい順番とは異なっている。その理由を考えるために，Li と K を例として，水溶液中において金属単体が電子を失って陽イオンになる反応（下枠内）におけるエンタルピー変化 ΔH の大きさを比較したい。ヘスの法則を利用して Q_1 や Q_2 の値を計算で求めるために必要なものを①から⑥よりすべて選んで，解答欄の番号を○で囲みなさい。なお，下枠内の aq は溶媒の水を表し，化学式のあとに aq をつけたものは水に溶解していることを表す。

Li (固)	+ aq	→	Li^+aq	+ e^-	ΔH =	Q_1 〔kJ〕
K (固)	+ aq	→	K^+aq	+ e^-	ΔH =	Q_2 〔kJ〕

① Li (気) および K (気) のイオン化エネルギー

② Li (気) および K (気) の電子親和力

③ Li (固) および K (固) の融解エンタルピー

④ Li (固) および K (固) の昇華エンタルピー

⑤ Li^+ (気) および K^+ (気) の水和エンタルピー（＊注３）

⑥ LiCl (固) および KCl (固) の溶解エンタルピー

（＊注３）気体状態のイオン 1 mol が水和するときのエンタルピー変化を水和エンタルピーという。

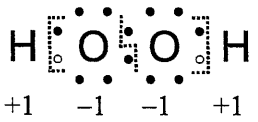
問２　$\boxed{\text{式ii}}$を用いた場合の臭素 Br の電気陰性度を求め，小数第２位を四捨五入して，小数第１位まで書きなさい。ただし，H–H，Br–Br，H–Br の結合エネルギーの値をそれぞれ 436 kJ/mol，188 kJ/mol，364 kJ/mol とし，定数 $k = 1.0\times10^{-1}\,(\mathrm{kJ/mol})^{-1/2}$ とする。また，水素原子の電気陰性度を 2.2 とする。

必要であれば，次の数値を用いなさい。

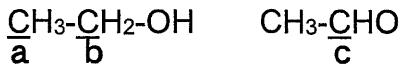
$\sqrt{2} = 1.41$　$\sqrt{3} = 1.73$　$\sqrt{5} = 2.24$　$\sqrt{7} = 2.65$　$\sqrt{11} = 3.32$　$\sqrt{13} = 3.61$　$\sqrt{17} = 4.12$

問３　共有結合を含む分子や多原子イオンにおいて原子の酸化数を決定するには，電気陰性度をもとに結合に関与する電子がどちらの原子に所有されているかを考える。異なる原子どうしの共有結合では，共有電子対は電気陰性度の大きい原子の方に完全に所有されているものとし，また，同じ元素の原子どうしの共有結合の場合は共有電子対をつくる電子を均等に分けてそれぞれの原子に割り振る。そのようにして，分子やイオン中の原子が所有する最外殻電子の数を結合前と後で比較し，その差を酸化数とする。例として過酸化水素 H_2O_2 の場合を下に示す。符号付きの数字が酸化数である。

(例)



次に示す a から c の炭素原子の酸化数をそれぞれ符号をつけて書きなさい。なお，電気陰性度は次のとおりとする。水素 H：2.2　炭素 C：2.6　酸素 O：3.4



問４　下線部 b)について次の文を読み，(1)と(2)に答えなさい。

結合の極性の大きさは，電気双極子モーメントの測定値が目安となる。等しい大きさの正電荷$+q$〔C〕と負電荷$-q$〔C〕がある距離だけ離れて存在するものを電気双極子といい，その距離を r〔m〕とすると電気双極子モーメント μ〔C·m〕は $\mu = qr$ で表される。

原子ＡとＢからなる分子ＡＢの電気双極子モーメントの実測値が μ_1〔C·m〕であったとする。また，原子Ａと原子Ｂが電子１個をやり取りして，分子ＡＢと同じ結合距離 r〔m〕で純粋なイオン結合をつくっていると仮定したときの電気双極子モーメント μ_0〔C·m〕は，電子と陽子の電気素量をそれぞれ $-q_0$ (-1.60×10^{-19} C), $+q_0$ ($+1.60\times10^{-19}$ C) として次式を用いて計算できる。

$$\mu_0 = q_0 r$$

μ_1/μ_0 は分子ＡＢに含まれるイオン結合性の割合を表しており，たとえば，$\mu_1/\mu_0 = 0.30$ のとき，イオン結合性は30％であるという。

(1) HCl の電気双極子モーメントを測定すると 3.70×10^{-30} C·m であった。また，HCl 分子において，水素原子と塩素原子の間の結合距離は同じであるが両者が完全にイオン結合で結びついていると仮定したときの電気双極子モーメント〔C·m〕を計算すると 2.03×10^{-29} C·m であった。HCl 分子に含まれるイオン結合性は何％であるか。有効数字２桁でその数値を書きなさい。

(2) 電気双極子モーメントには方向がある。極性がある結合はその１つである。分子内に電気双極子モーメントが複数あり，異なる方向の電気双極子モーメントどうしが打ち消しあい，分子全体として無極性となる分子のうち，３原子分子の例を１つあげ，その分子式を書きなさい。

〔Ⅱ〕　一般に，希薄溶液の浸透圧は次式に示すように溶質粒子のモル濃度〔mol/L〕と絶対温度〔K〕に比例する。これをファントホッフの法則という。

$\Pi = cRT$　　Π：浸透圧〔Pa〕　c：溶質粒子のモル濃度〔mol/L〕

R：気体定数〔Pa·L/(mol·K)〕　T：絶対温度〔K〕

水溶性の非電解質である有機化合物**A**のみが1.00 L中に82.0 mg 溶けている水溶液**B**がある。水のみを通過させる半透膜で隔てた断面積5.0 cm^2の均一な太さのU字管の一方に水溶液**B**を100 mL入れ，もう一方に純水100 mLを入れて(図1-1)，しばらく放置した。液面の高さに変化が起こらなくなったことを確認して，液面差(左右の管の液面の高さの差)を測定したところ，5.40 cmであった(図1-2)。実験は大気圧1.00×10^5 Pa，室温27 ℃のもとで行い，U字管内部の純水や水溶液の温度は室温に等しいものとする。また，U字管からの水の蒸発は少なく，無視できるものとし，水溶液と純水の密度はいずれも1.00 g/cm^3 とする。断面積には管の厚みは含まれない。

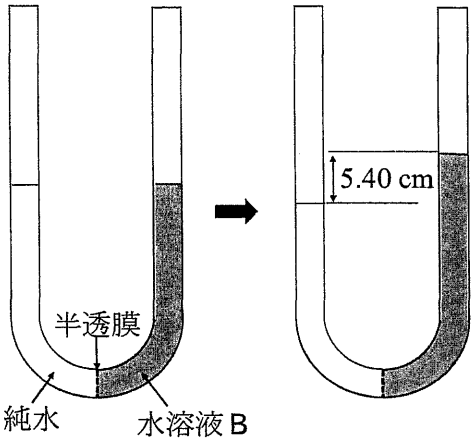


図 1-1　　図 1-2

問5　水溶液**B**について(1)と(2)に答えなさい。

(1)　水の浸透により希釈される前の水溶液**B**のモル濃度を x〔mol/L〕とし，これを求めるため，ファントホッフの法則に基づき，次の式iiiを立てた。式中の空欄 イ に数値を用いた式を書き入れ，式iiiを完成させなさい。ただし，用いる数値は説明文中にある数値および整数のみとし，計算は一切しないこととする。式中の98.0 Pa/cmは，水溶液**B**と純水の液面差1 cmによって生じる圧力〔Pa/cm〕である。

98.0 Pa/cm×5.40 cm

$= x$〔mol/L〕× イ ×8.3×10^3 Pa·L/(mol·K)×(273+27) K　・・・式iii

(2)　(1)のxを求めたところ，2.4×10^{-4} mol/Lであった。有機化合物**A**の分子量を計算し，その数値を有効数字2桁で書きなさい。

問６　水溶液**C**は，水溶液**B**の10倍の濃度，すなわち2.4×10^{-3} mol/Lになるよう有機化合物**A**を溶解した水溶液である。図1-1と同様のU字管に半透膜を隔てて水溶液**C**と純水を100 mLずつ入れたあと，速やかに密栓をした（図2-1）。このとき，気体部分はいずれも100 mLであり，大気圧と等しい圧力の空気で満たされていた。しばらく放置すると水溶液**C**側の液面が上昇し，純水側の液面が下降して液面差が生じた。また，図2-1と同じ実験装置で同様の操作をしてU字管に密栓した直後に，ある物質量のアルゴンを水溶液**C**側にのみ注入したところ（図2-2），時間が経過しても液面差は生じなかった。注入したアルゴンの物質量〔mol〕を求め，その数値を有効数字2桁で書きなさい。ただし，気体は理想気体としてふるまい，気体の水への溶解は無視できるものとする。また，アルゴンを注入したとき空気は漏れないものとする。

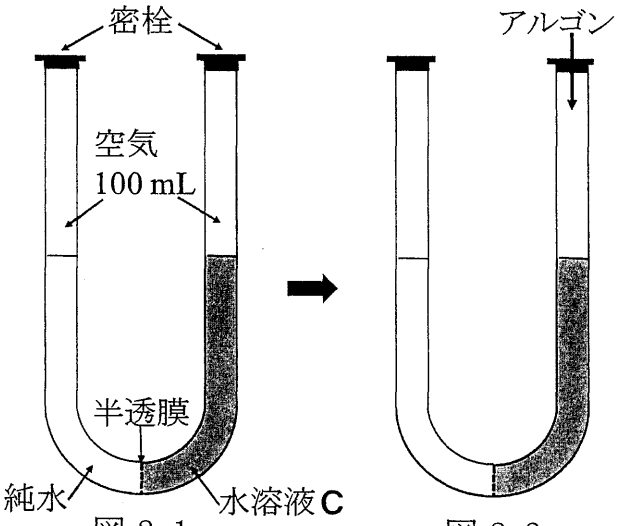


図 2-1　　図 2-2

問７　断面積1.0 cm^2の均一な太さのU字管と断面積5.0 cm^2の均一な太さのU字管の2種類を準備して，どちらのU字管にも半透膜を隔てて水溶液**B** 100 mLと純水100 mLを入れて図1-1のような装置を組み立てた。さらに，水の移動がみられなくなるまで放置して液面差を測定した。この実験について次の(1)と(2)に答えなさい。

(1)　断面積と液面差の関係について考えてみる。そこで，半透膜を隔てて水溶液**B** 100 mLと純水100 mLを入れたU字管の断面積をs〔cm^2〕，放置して水の移動がみられなくなったときの液面差をh〔cm〕として，sとhの関係を表す式を作りたい。ただし，水溶液**B** 100 mL中に溶解している有機化合物**A**の物質量をn〔mol〕，気体定数をR〔Pa・L/(mol・K)〕，温度をT〔K〕，液面差1 cmによって生じる圧力をp〔Pa/cm〕とすると，$nRT\times10^3/p$ は一定であり，定数とみなしてよく，$nRT\times10^3/p=k$ とする。液面差hを表す次式の空欄 ウ と 空欄 エ にあてはまるsまたはk，もしくはsとkを用いた文字式を書きなさい。必要であれば，問題文中の数値や問いの答えの数値も用いなさい。

$$h=\frac{-100+\sqrt{\boxed{\text{ウ}}}}{\boxed{\text{エ}}}$$

(2)　断面積と液面差について述べた次の文のうち，適切なものを１つ選んで，解答欄の番号を○で囲みなさい。

① 断面積1.0 cm^2のU字管と断面積5.0 cm^2のU字管では，断面積5.0 cm^2のU字管の方が液面差hが大きい。

② 断面積1.0 cm^2のU字管と断面積5.0 cm^2のU字管では，断面積1.0 cm^2のU字管の方が液面差hが大きい。

③ 断面積1.0 cm^2のU字管と断面積5.0 cm^2のU字管では，液面差hの大きさに差はない。

2 次の文章〔Ⅰ〕から〔Ⅳ〕を読み，問1から問12に答えなさい。

〔Ⅰ〕 元素は人工的に作られたものも含めて100種類余りが知られている。同じ陽子数をもつ原子やイオンは同じ元素に属する。元素をある順番に並べて，性質のよく似た元素が同じ縦の列に並ぶようにして組んだ表を周期表という。私たちの身の回りにある物質は，膨大な数の原子やイオンが集まってできており，その膨大な数の原子やイオンの集団としての物質の量を表すのに便利な単位としてモル(mol)が用いられる。

問1 元素，モル(mol)などに関する次の記述の中から正しいものをすべて選び，解答欄の記号を○で囲みなさい。

(a) すべての元素のすべての安定な同位体の原子は，必ず電子，陽子および中性子を含んでいる。

(b) 現在の周期表中では，元素は原子量が増加する順番に並んでいる。

(c) 族番号が12よりも小さい元素の中に，金属元素でない元素が存在する。

(d) 現在では，質量数12の炭素原子 ^{12}C が正確に12 gあるとき，その中に含まれる ^{12}C の数と等しい数の集団のことを1 molと定義している。

(e) 第2周期で1族から17族に属する元素では，原子番号が大きくなるほど原子半径は増加する。

(f) 同じ電子配置をもつ単原子イオンである O^{2-}，F^{-}，Na^{+}，Mg^{2+} および Al^{3+} では，原子番号が大きくなるほどイオンの大きさは小さくなる。

〔Ⅱ〕　鉄のシュウ酸塩 $Fe_2(C_2O_4)_3 \cdot 6H_2O$ と a)ヘキサシアニド鉄(Ⅲ)酸カリウム を水に溶かした溶液に白紙を浸した後，この白紙を取り出して暗所で乾燥させた。出来上がった紙（以後紙Ａと呼ぶ）に，図１のように星形の厚紙を載せ，その上から日光を 10 分間照射した。その間，紙Ａから二酸化炭素の発生が観測された。その後，紙Ａを水洗いして乾燥させたところ，星形の厚紙が載っていた部分は白色，星形の厚紙が載っていなかった部分は濃青色となり，星形が紙にくっきりと写し取られた。この星形の厚紙が載っていなかった部分に生じた濃青色の物質は，ターンブルブルーとよばれる，水に不溶性の化合物である。

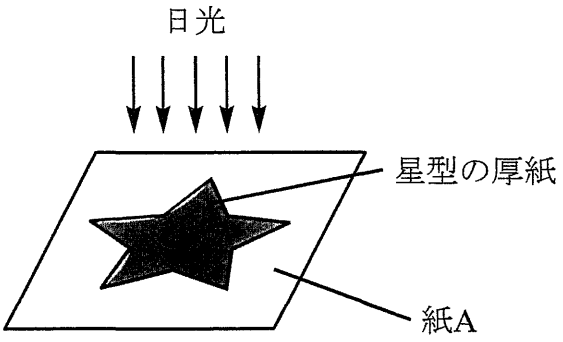


図1

問２　下線部 a)のヘキサシアニド鉄(Ⅲ)酸カリウムの化学式を，配位子，配位数，カリウムの数などが明確に分かるように書きなさい。

問３　ヘキサシアニド鉄(Ⅲ)酸イオンにおいて，鉄イオンの周りにあるシアニド配位子の中の炭素原子は，ある正多面体の頂点の位置に配置している。その正多面体の名称を書きなさい。

問４　紙Ａの日光が当たった部分では，酸化還元反応が起こっている。この反応で，(1) 酸化された元素の酸化数の変化，および(2) 還元された元素の酸化数の変化を，それぞれ下の書き方の例にならって書きなさい。

〔例〕ClO^- から Cl^- が生じる反応での塩素の酸化数の変化の書き方：+1 → −1

問５　ターンブルブルーがヘキサシアニド鉄(Ⅱ)酸イオン，Fe^{3+} イオンおよび水分子のみから構成されているとして，ターンブルブルーに含まれる酸化数が+2 と+3 の鉄イオンの数の比，すなわち酸化数+2 の鉄イオンの数：酸化数+3 の鉄イオンの数 = $\boxed{x}$: $\boxed{y}$ の $\boxed{x}$ と $\boxed{y}$ に入る最も小さい正の整数を，それぞれの解答欄に書きなさい。

〔Ⅲ〕　次の実験 1 から実験 6 はいずれも実験室で気体を発生させる実験，または発生した気体の反応の実験に関する記述である。

実験 1　硫化鉄(Ⅱ)に希硫酸を加えると，気体 X が発生した。

実験 2　亜硫酸ナトリウム水溶液に希硫酸を加えると，気体 Y が発生した。

実験 3　塩化アンモニウム水溶液に水酸化カルシウムを加えて加熱すると，刺激臭のある気体 Z が発生した。気体 Z は湿った赤色のリトマス試験紙を青色に変色させた。

実験 4　塩化アンモニウムを水に溶かし，小過剰の亜硝酸ナトリウムを加えて加熱すると，窒素が発生した。

実験 5　デンプン水溶液にヨウ素ヨウ化カリウム水溶液を加えて生じる青紫色溶液に，気体 X または気体 Y を通したところ，いずれの場合も溶液の青紫色が消失した。

実験 6　気体 X と気体 Y を触媒存在下 200～350 ℃で反応させると，硫黄と水が生成した。

問 6　(1) 実験 2，(2) 実験 3 および(3) 実験 4 で起こった化学反応のイオンを含まない化学反応式を，それぞれ解答欄(1)から(3)に書きなさい。

問 7　実験 1，実験 2，実験 3 および実験 4 で発生した(1) 気体 X，(2) 気体 Y，(3) 気体 Z および(4) 窒素を大気中で捕集するのに最も適した方法を，それぞれ次の(A)から（C）の中から 1 つずつ選び，その記号をそれぞれ解答欄(1)から(4)に書きなさい。

（A）水上置換　　（B）下方置換　　（C）上方置換

問８　(1) 実験５で，気体Ｙを通したときに起こる反応のイオンを含まない化学反応式を書きなさい。

(2) 実験６の反応で，還元剤としてはたらいた物質の分子式を書きなさい。

〔Ⅳ〕　水酸化バリウム $Ba(OH)_2$ の飽和水溶液は強い塩基性を示すのに対し，水酸化マグネシウム $Mg(OH)_2$ の飽和水溶液の塩基性は弱い。これは主に，水酸化マグネシウムの水への溶解度が低いためである。水酸化マグネシウムの固体 $Mg(OH)_2$ (固)の水に対する溶解平衡は式(1)で表される。

$$Mg(OH)_2\,(固) + aq \underset{}{\overset{K}{\rightleftharpoons}} Mg^{2+}\,aq + 2OH^-\,aq \qquad (1)$$

この溶解平衡の平衡定数を K とすると，溶解度積 K_{sp} は式(2)で表される。なお，[物質]はその物質のモル濃度を表す。

$$K_{sp} = K\,[Mg(OH)_2\,(固)] = \boxed{\quad ア \quad} \qquad (2)$$

25 ℃での水酸化マグネシウムの溶解度積 K_{sp} は 2.0×10^{-11} mol^3/L^3 とする。

問 9　式(2)の空欄 $\boxed{\quad ア \quad}$ に入る式を，$[Mg^{2+}]$および$[OH^-]$を用いて書きなさい。

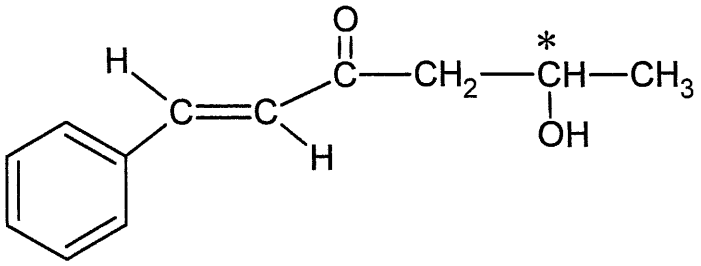
問 10　25 ℃の水酸化マグネシウム飽和水溶液中に溶けているマグネシウムイオンのモル濃度〔mol/L〕を有効数字 2 桁で求め，その数値を解答欄に書きなさい。必要なら，$\sqrt{2} = 1.4$，$\sqrt{5} = 2.2$，$\sqrt[3]{2} = 1.3$，$\sqrt[3]{5} = 1.7$ を用いなさい。

問 11　25 ℃での水のイオン積 K_w を 1.0×10^{-14} mol^2/L^2 として，25 ℃の水酸化マグネシウム飽和水溶液の pH を小数点以下 1 桁まで求め，その数値を解答欄に書きなさい。必要なら$\log_{10} 1.7 = 0.23$，$\log_{10} 2 = 0.30$，$\log_{10} 2.2 = 0.34$，$\log_{10} 2.9 = 0.46$ を用いなさい。

問 12　水酸化マグネシウム飽和水溶液と十分に過剰な量の固体の水酸化マグネシウムが溶解平衡にある混合物がある。この混合物によくかき混ぜながら希硫酸を加えていき，混合物中の溶液部分の pH が 25 ℃で 9.0 になるように調整したとき，溶液に溶けているマグネシウムイオンのモル濃度〔mol/L〕はいくらになるか。有効数字 2 桁で求め，その数値を解答欄に書きなさい。

3 次の問１から問５に答えなさい。構造式や不斉炭素原子の表示（＊）を求められた場合には，（例）にならって書きなさい。なお，構造式を書くとき，不斉炭素原子に由来する立体異性体は区別しない。

（例）



問１　有機化合物の性質について，(1)から(4)に答えなさい。

(1)　C_5H_{12} の炭化水素の構造異性体の中で，分子間にはたらく力が最も弱く沸点の最も低い異性体はどれか。その異性体の構造式を書きなさい。

(2)　アルコールが同程度の分子量を持つ炭化水素に比べて沸点が高いのは分子間にどのような相互作用があるためか。その相互作用を表す最も適切な語句を書きなさい。

(3)　メタン，エチレン，アセチレンの中で最も不完全燃焼を起こしやすく，燃える時にすすが多く，炎がより赤くなるのはどれか。化合物の名称を書きなさい。

(4)　エタン，エチレン，アセチレンの中で過マンガン酸カリウム水溶液に加えても赤紫色が消えないのはどれか。化合物の名称を書きなさい。

問２　次の化合物 (A) から (E) の中で，下の条件(1)から(5)のそれぞれに当てはまる化合物を選び，解答欄の該当する記号を○で囲みなさい。なお，それぞれの条件において解答は１つとは限らない。

(A) $CH_3CH{=}CHCH_2OH$　(B) $CH_3CH_2CH_2CHO$　(C) $CH_3CH_2COCH_3$
(D) $CH_2{=}CHCH(OH)CH_3$　(E) $CH_2{=}CHOCH_2CH_3$

(1) 臭素が付加してジブロモ化合物を与える。
(2) ヨウ素および水酸化ナトリウム水溶液と反応させると黄色沈殿が生じる。
(3) 不斉炭素原子を持っている。
(4) フェーリング液を加えて温めると赤色沈殿ができる。
(5) シス－トランス異性体が存在する。

問３　次の記述の反応で生成する化合物ＡからＥの構造式を書きなさい。

(1) メタンと大過剰の塩素の混合物に紫外線を照射すると無極性分子である化合物Ａが得られる。

(2) アセチレンに触媒の存在下で水を付加させると化合物Ｂが得られる。

(3) 加熱した濃硫酸にエタノールを加え 130～140 ℃に加熱すると分子間の反応により化合物Ｃが得られるが，同じ反応を 160～170 ℃で行うと分子内の反応により化合物Ｄが得られる。

(4) 濃硫酸存在下でグリセリンと硝酸を反応させると，火薬や狭心症治療薬に用いられる化合物Ｅが生成する。

問４　次の文章を読み，空欄 [A] から [H] に入る最も適切な語句あるいは化合物名を書きなさい。

鎖状炭化水素基 R とカルボキシ基から構成されるモノカルボン酸（一価カルボン酸）RCOOH は [A] と呼ばれ，広い意味では R には H も含まれる。その中で炭素数の多いものを [B]，少ないものを [C] という。この広義の [A] の中の飽和カルボン酸の中で最も強い酸性を示すのは [D] であり，この [D] はカルボン酸であるが分子中に [E] 基が存在するため還元性を示す。油脂はグリセリンとさまざまな [B] からなるエステルの混合物である。油脂に水酸化ナトリウムを加えて加熱すると加水分解されセッケンとグリセリンになる。セッケンは水に混じりにくい [F] 基である炭化水素基と水に混じりやすい [G] 基であるイオン部分 $-COO^-Na^+$ からなり，水中では，[G] 基を外側にして集まることにより [H] を形成しコロイド粒子となる。

問５　次の文章を読み，(1)から(4)に答えなさい。

炭素，水素，酸素のみから構成される有機化合物 X を水酸化ナトリウム水溶液と加熱したところ，完全に加水分解が進行して 3 種類の化合物が生成した。この 3 種類の化合物を含む水酸化ナトリウム水溶液にジエチルエーテルを加えてよく振り混ぜ，水層Ⅰとエーテル層Ⅰに分離した。エーテル層Ⅰからは化合物 A が得られた。水層Ⅰには常温常圧で二酸化炭素を十分吹き込み，次にジエチルエーテルを加えてよく振り混ぜ，水層Ⅱとエーテル層Ⅱに分離した。このエーテル層Ⅱには 3 種類の化合物のいずれも含まれていなかった。水層Ⅱに塩酸を加えて酸性とし，ジエチルエーテルを加えてよく振り混ぜ水層Ⅲとエーテル層Ⅲに分離した。エーテル層Ⅲのエーテルを蒸発させて除くと，2 種類の化合物の混合物が得られた。この混合物は濃硫酸を触媒としてメタノールと反応させると化合物 B, C の混合物へと変換された。化合物 B, C の混合物をジエチルエーテルに溶かし，水酸化ナトリウム水溶液を加えてよく振り混ぜ水層Ⅳとエーテル層Ⅳに分離した。エーテル層Ⅳから化合物 B が得られ，水層Ⅳに塩酸を加えて酸性とすることで化合物 C が得られた。

化合物 A, B, C についてそれぞれ分析を行い以下の (a) から (c) の結果が得られた。

(a) 化合物 A は分子式が $C_9H_{12}O$ のベンゼン一置換体で，A は金属ナトリウムと反応し水素を発生し，また A はヨードホルム反応を示した。

(b) 化合物 B は，分子式 $C_{10}H_{10}O_2$ のベンゼン一置換体であり，B を臭素と反応させると不斉炭素原子 1 個を有するジブロモ化合物 D が得られた。

(c) 化合物 C は塩化鉄 (Ⅲ) 水溶液との反応で紫色に呈色し，C を水酸化ナトリウムで加水分解したのち塩酸で酸性にするとサリチル酸が得られた。

(1) 化合物 A の構造式を書きなさい。不斉炭素原子がある場合には不斉炭素原子に＊印を付けなさい。

(2) 化合物 B, D の構造式を書きなさい。不斉炭素原子がある化合物には不斉炭素原子に＊印を付けなさい。

(3) 化合物 C の構造式を書きなさい。

(4) 化合物 X の構造式を書きなさい。不斉炭素原子がある場合には不斉炭素原子に＊印を付けなさい。

令和７年度（2025 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６年 11 月２日

志願学部／学科	試 験 時 間	ページ数
医 学 部 医 学 科	13：00～15：00 （120 分）	11 ページ

B1

1 次の文章を読み，以下の問（1）～（8）に答えよ。

(a)塩基対数がわからない DNA を挿入した(b)プラスミドがある。この DNA の塩基対数を解析することを目的として，(c)制限酵素や(d)電気泳動装置を用いて，下記の実験を行った。ただし，この実験で用いた DNA を挿入する前のプラスミド DNA の大きさは 2930bp（塩基対）である。なお，このプラスミドを制限酵素 *Eco*RIと *Xho*Iで切断した部分に，下線部(a)の塩基対数がわからない DNA を挿入した。

① 3 本のマイクロチューブ A, B, C を用意した。

② それぞれのマイクロチューブに，マイクロピペットを用いて，蒸留水，制限酵素用緩衝（かんしょう）液（少量の酸や塩基を加えたり，多少濃度が変化したりしても水素イオン濃度が大きく変化しない溶液），下線部（a）を挿入した下線部（b）のプラスミドの DNA 溶液を順番に入れた。

③ A のマイクロチューブには(e)制限酵素 *Eco*RI溶液を，B には制限酵素 *Xho*I溶液を，C には制限酵素溶液（制限酵素 *Eco*RI溶液と制限酵素 *Xho*I溶液の混合液）を入れた。

④ これらのマイクロチューブのふたをして，よく混ぜた。

⑤ 準備したマイクロチューブを 37℃で 30 分間保温した。

⑥ 反応後の DNA 溶液に青い色素溶液を加えて，よく混ぜた。

⑦ この 3 本のマイクロチューブから内部の試料をマイクロピペットで取り，電気泳動装置のアガロースゲルの別々の溝（ウェル）にゆっくりと注入した。（マイクロチューブ A はレーン 1 の溝に，B はレーン 2 の溝に，C はレーン 3 の溝に入れた。また，塩基対数のわかっている DNA をマーカーとして別の溝に入れた。）

⑧ この電気泳動装置のアガロースゲルに 100V で 30 分間通電した。

⑨ この結果，次の図 1 のようになった。

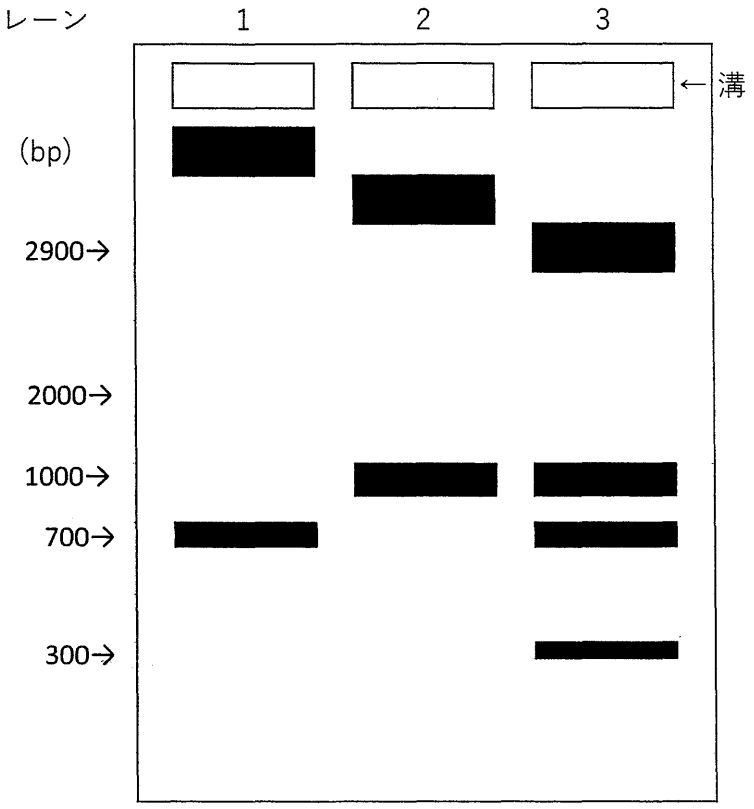
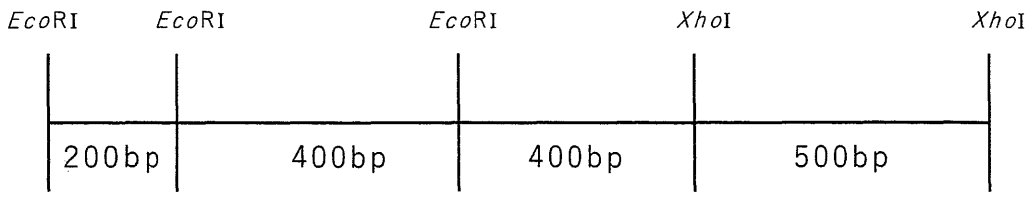


図 1

問(1)　上記の実験結果から下線部(a)の塩基対数がわからない DNA の制限酵素地図（制限酵素 *Eco*RIと制限酵素 *Xho*Iで切断することのできる位置とそれぞれの塩基対の大きさがわかるもの）を下記の例のように記せ。なお，DNA 断片を組み込んだ元のプラスミドには *Eco*RI，及び *Xho*Iで切断できる塩基配列はそれぞれ 1 カ所しかないものとする。

例



問(2)　下線部(b)のプラスミドとはどのようなものか，2 行以内で記せ。

問(3)　下線部(c)の制限酵素は多くの細菌の中でどのようなはたらきをしているか，2 行以内で記せ。

問(4)　下線部(d)の電気泳動装置でアガロースゲルに電圧を加えると，DNA はなぜ移動していくのか。DNA を構成する物質の特性をふまえて，2 行以内で記せ。

問(5)　下線部(e)の制限酵素 *Eco*RIは DNA の塩基配列 GAATTC の部分を切断する。2 本に切断された箇所の塩基配列を書け。(どのように切断されたかわかるように書くこと。対になっている塩基配列の部分も書くこと。)

問(6)　約 420 万塩基対からなる大腸菌の DNA を下線部(e)の制限酵素 *Eco*RI で切断すると，理論的には何カ所で切断されるか。小数点以下第 1 位を四捨五入して整数で答えよ。

問(7)　ヒトのインスリン遺伝子を取り出し，そのままプラスミドを用いて大腸菌に取り込ませても，大腸菌は機能を持ったインスリンを生産することはできない。その理由を 2 行以内で記せ。

問(8)　ゲノム編集は短時間で簡単に遺伝子を操作する CRISPR-Cas9 という手法で行われるようになった。この方法でどのように特定の遺伝子を挿入するのか，下記の語句をすべて用いて，4 行以内で記せ。

【語群】　遺伝子，ヌクレオチド鎖，Cas9 タンパク質，ガイド RNA，DNA

2 次の文章を読み，以下の問（1）～（8）に答えよ。

有性生殖は配偶子の形成時に遺伝子の(a)組換えが起こるため，親とは異なった遺伝子の組み合わせをもった子孫をつくることができる。しかし，植物の両性花の中で受精が起こる場合は，多様性のある子孫を残す可能性は小さくなる。自家受精は受精の効率を上げるには有効だが，多様性を持った子孫を残すには自家受精を抑制し，他家受精（他の個体と受精する）を促すしくみが必要である。自家受精を防ぐしくみには様々なものがあるが，そのうちの一つに自家不和合性がある。(b)ナス科の植物においては花粉側のタンパク質の型と雌しべ側のタンパク質の型が一致すると，花粉管の成長が途中で止まってしまい，受精することができない。

問(1) ある植物の花の色に関する対立遺伝子 A と a，及び花粉の形状に関する対立遺伝子 B と b は一対の相同染色体上に存在している。一方の染色体では遺伝子 A と B が連鎖し，対になる染色体では遺伝子 a と b が連鎖している。遺伝子型 AABB の個体と aabb の個体を交配すると，F_1（雑種第 1 代）の遺伝子型はすべて AaBb になった。この個体が配偶子を形成する時に下線部（a）の組換えが生じ，その組換え価は 12.5％であった。この場合，F_1（遺伝子型 AaBb）同士を交配すると，F_2（雑種第 2 代）の表現型の分離比はどのようになるか。ただし，遺伝子型 AABB, AaBb などを持つ個体の表現型は[AB]，AAbb, Aabb などは [Ab]として，[AB]: [Ab]: [aB]: [ab]の形で記せ。

問(2) あるナス科の植物の花粉を形成する親において，自家不和合性にかかわる遺伝子型を S_1S_2 とし，胚珠を形成する親の遺伝子型を S_2S_3 とする。この花粉を形成する親と胚珠を形成する親を交配した。

（ｉ）F_1 の胚の遺伝子型の比を記せ。

（ii）F_1 の胚乳の遺伝子型の比を記せ。

ただし，このナス科の植物では花粉の遺伝子と胚珠の遺伝子に同じものが含まれる場合は受精しない。

問(3)　下線部（b）の場合の自家不和合性を示す原因としては花柱（雌しべの柱頭と子房の間）が分泌する RNA を分解する酵素を花粉管側が不活性化できないからと考えられている。なぜ花粉管の成長が止まってしまうのか，2 行以内で記せ。

問(4)　被子植物の卵細胞形成の過程を下記の語句をすべて用いて，6 行以内で記せ。

【語群】　胚珠，胚のう細胞，胚のう，胚のう母細胞，卵細胞，
反足細胞，中央細胞，減数分裂，極核，助細胞，核分裂

問(5)　減数分裂と体細胞分裂の過程で異なる点を 2 つ記せ。

問(6)　あるイネ科の植物では胚乳を培養することによって植物体が再び分化することが報告されている。これは胚乳も胚と同様に植物体になる能力を保持していることを示している。この性質を利用して開発できると考えられているものは何か，1 行で記せ。

問(7)　シロイヌナズナの遺伝子 F は胚乳において母親（中央細胞）から遺伝したときのみ発現する。一方，父親（精細胞）から遺伝した対立遺伝子は不活性な状態に保たれている。遺伝子 F は DNA のプロモーター領域がメチル化（DNA の塩基にメチル基[$-CH_3$]が付加されること）されることによって発現が抑制される。しかし，雌性配偶体の中央細胞では，この領域がある酵素によって脱メチル化（メチル基が離れること）されるので遺伝子 F は活性化される。そのため，受精後の胚乳においては，母親に由来する遺伝子が選択的に発現する。一方，雄性配偶子では別の酵素が働き，メチル化が維持され遺伝子発現の抑制状態が維持される。メチル化が維持されると遺伝子発現が抑制されるのはなぜか，そのしくみを 2 行以内で記せ。

問(8)　一つの花が生産する花粉数 P を，一つの花当たりの胚珠数 O で割った値を P:O 比と呼ぶ。一般的にこの値は自家受精をする種と他家受精をする種との間では異なることが知られている。一般的にどちらの種の P:O 比が高くなるのか，理由とともに 2 行以内で記せ。

3 次の文章を読み，以下の問（1）～（7）に答えよ。

水は生命にとって不可欠な物質であり，水なしに生物は生きていけない。水は分子量が小さいため，環境内に豊富に水が存在する場合には，細胞内と細胞外の溶質の濃度差を利用して，低張液から高張液へと水分子を移動させることができる。これを浸透という。しかし，(a)細胞膜は疎水性の障壁を持つリン脂質二重層なので，浸透だけに頼った細胞膜の水の移動はわずかしか生じない。それにもかかわらず，動物の赤血球，(b)腎臓の細胞などは細胞膜を横切って多量の水を高速に通すことができる。多くの科学者は，このような細胞の細胞膜には(c)多量の水を高速に透過するタンパク質があると考えた。そこである科学者は，赤血球の細胞膜に多量に存在するタンパク質Hが，このタンパク質であると考え，下記の実験Iを行った。

① ヒトのタンパク質Hの遺伝情報を持つmRNAを含む水溶液を，アフリカツメガエルの卵母細胞Aに注入した。
② 卵母細胞BにはmRNAを含まない水溶液を，①と同じ量を注入した。
③ 卵母細胞Cには別のタンパク質の遺伝情報を持つmRNAを含む水溶液を，①と同じ量を注入した。
④ ①～③の操作をした卵母細胞を，室温で等張液（アフリカツメガエルの体液の浸透圧にほぼ等しい溶液）の中に72時間入れた。
⑤ その後，卵母細胞を入れた溶液を，約3倍量の蒸留水で薄めた。

実験Iの結果

卵母細胞Aは大量の水が入り，数分後に破裂した。
卵母細胞Bは水が入って多少膨張したが，破裂しなかった。
卵母細胞Cはほとんど膨張しなかった。

その後，下記の実験IIを行った。

アフリカツメガエルの卵母細胞に，タンパク質を介在する水透過を阻害する塩化水銀（II）（$HgCl_2$）や，塩化水銀（II）による水透過の阻害を解除する化学物質Mを与えて，水分子が透過する速度を調べた。

表1　実験IIの結果

タンパク質HのmRNAの卵母細胞への注入	塩化水銀（II）	化学物質M	水分子の透過する速度
なし	なし	なし	（ア）
なし	あり	なし	（イ）
なし	あり	あり	（ウ）
あり	なし	なし	（エ）
あり	あり	なし	（オ）
あり	あり	あり	（カ）

問(1)　下線部(a)の細胞膜の断面図を親水性の部分と疎水性の部分がどのように分布しているかわかるように模式的に書け。

問(2)　ヒトの体液の塩分濃度が上昇した際，下線部(b)のヒトの腎臓において，水の再吸収を促進するホルモンが働くまでの過程を3行以内で記せ。

問(3)　(i)　下線部(c)のタンパク質の名称を記せ。

(ii)　細胞膜で主にイオンを受動輸送しているタンパク質の名称を記せ。

問(4)　小腸の上皮細胞では，腸管側のグルコース濃度が小腸上皮細胞内よりも低いにもかかわらず，グルコースを小腸上皮細胞に取り込んでいる。どのようなしくみで取り込んでいるのか，3行以内で記せ。

問(5)　実験Iでタンパク質Hが水を高速で透過するタンパク質であることは推測できた。実験IIでは実験Iの結果を支持するデータが得られた。表1の（ア）～（カ）の中で水分子の透過する速度が速いものを2つ選べ。

問(6)　実験Iと実験IIで，タンパク質Hが水を高速で透過するタンパク質であることは推測できた。しかし，アフリカツメガエルの卵母細胞には既に水を高速で透過するタンパク質が存在し，タンパク質Hはそのタンパク質を活性化したにすぎないのではないかという批判が出た。それに対して，ある実験を行い，タンパク質Hが水を高速で透過するタンパク質であることを明らかにした。どのような実験をしたと考えられるか，下記の語句をすべて用いて，3行以内で記せ。

【語群】減少，体積，脂質分子，等張液，スクロース，小胞，
タンパク質H，ヒトの赤血球，人工の膜

問(7)　細胞膜のタンパク質にはホルモンの受容体として働くものがある。副腎髄質から分泌されるアドレナリンが標的細胞である肝臓の細胞膜上にある受容体に結合してから血糖濃度を上昇させるまでの過程を，下記の語句をすべて用いて，6行以内で記せ。

【語群】受容体，酵素，グリコーゲン，グルコース，情報伝達物質，
立体構造，ATP，cAMP

令和７年度（2025 年度）東北大学

AO 入試（総合選抜型）II 期

筆記試験③問題

令和６年 11 月２日

志望学部／学科	試験時間	ページ数
医学部医学科	16：00～18：00 （120 分）	17 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 17 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. **特に指示がない場合は，日本語で答えなさい。**
8. 解答に日本語での字数の指定のある場合は，句読点，数字，アルファベット，記号も１字として数えてください。
9. 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———

———このページは白紙———

1　以下の英文は 2021 年 6 月 24 日付けの New York Times 誌に掲載された社説です。この英文を読んで質問に答えなさい。

A manager sits behind a table and decides he's going to fire a woman because he doesn't like her skin. If he fires her because her skin is brown, we call that racism and there is legal recourse. If he fires her because her skin is female, we call that sexism and there is legal recourse. If he fires her because her skin is pockmarked and he finds her unattractive, well, we don't talk about that much and, in most places in America, there is no legal recourse.

legal recourse：法的手段
pockmarked：あばたのある

This is puzzling. We live in a society that abhors discrimination on the basis of many traits. And yet ①one of the major forms of discrimination is lookism, prejudice against the unattractive. And this gets almost no attention and sparks little outrage. ②Why?

abhor：嫌う
lookism：ルッキズム，外見至上主義

Lookism starts, like every form of bigotry, with prejudice and stereotypes.

bigotry：偏見

Studies show that most people consider an "attractive" face to have clean, symmetrical features. We find it easier to recognize and categorize these prototypical faces than we do irregular and "unattractive" ones. So we find it easier — from a brain processing perspective — to look at attractive people.

③Attractive people thus start off with a slight physical advantage. But then people project all sorts of widely unrelated stereotypes onto them. In survey after survey, beautiful people are described as trustworthy, competent, friendly, likable and intelligent, while ugly people get the opposite labels. This is a version of the halo effect.

the halo effect：心理学用語で，ある対象を評価する時に，それが持つ顕著な特徴に引きずられて他の特徴についての評価が歪められる現象のこと

Not all the time, but often, the attractive get the first-class treatment. Research suggests they are more likely to be offered job interviews, more likely to be hired when interviewed and more likely to be promoted than less attractive individuals. They are more likely to receive loans and more likely to receive lower interest rates on those loans.

The discriminatory effects of lookism are pervasive. Attractive economists are more likely to study at high-ranked graduate programs and their papers are cited more often than papers from their less attractive peers. One study found that when unattractive criminals committed a moderate misdemeanor, their fines were about four times as large as those of attractive criminals.

pervasive：広範囲に及ぶ
misdemeanor：軽犯罪
fines：罰金

Daniel Hamermesh, a leading scholar in this field, observed that an American worker who is among the bottom one-seventh in looks earns about 10 to 15 percent less a year than one in the top third. An unattractive person misses out on nearly a quarter-million

dollars in earnings over a lifetime.

The overall effect of these biases is vast. One 2004 study found that more people report being discriminated against because of their looks than because of their ethnicity.

In a study published in the current issue of the American Journal of Sociology, Ellis P. Monk Jr., Michael H. Esposito and Hedwig Lee report that the earnings gap between people perceived as attractive and unattractive rivals or exceeds the earnings gap between white and Black adults. They find the attractiveness curve is especially punishing for Black women. Those who meet the socially dominant criteria for beauty see an earnings boost; those don't earn, on average, 63 cents for every dollar earned by those who do.

rival：匹敵する

Why are we so blasé about this kind of discrimination? Maybe people think lookism is baked into human nature and there's not much they can do about it. Maybe it's because there's no National Association of Ugly People lobbying for change. The economist Tyler Cowen notices that it's often the educated coastal class that most strictly enforces norms about thinness and dress. Maybe we don't like policing the bigotry we're most guilty of?

blasé：冷淡

bigotry：頑固な偏見

My general answer is that it's very hard to buck ④<u>the core values</u> of your culture, even when you know it's the right thing to do.

buck：跳ね落とす

Over the past few decades, social media, the meritocracy and celebrity culture have fused to form a modern culture that is almost pagan in its values. That is, it places tremendous emphasis on competitive display, personal achievement and the idea that physical beauty is an external sign of moral beauty and overall worth.

meritocracy：エリート
pagan：キリスト教以外の宗教を信じる人，異教徒

Pagan culture holds up a certain ideal hero — those who are genetically endowed in the realms of athleticism, intelligence and beauty. This culture looks at obesity as a moral weakness and a sign that you're in a lower social class.

Our pagan culture places great emphasis on the sports arena, the university and the social media screen, where beauty, strength and I.Q. can be most impressively displayed.

This ethos underlies many athletic shoe and gym advertisements, which hold up heroes in whom physical endowments and moral goodness are one. It's the paganism of the C.E.O. who likes to be flanked by a team of hot staffers. ("I must be a winner because I'm surrounded by the beautiful.") It's the fashion magazine in which articles about social justice are interspersed with photo spreads of the impossibly beautiful. ("We believe in social equality, as long as you're gorgeous.") It's the lookist one-upmanship of TikTok.

ethos：思潮
paganism：無宗教主義
flank：両脇に並べる
intersperse：点在させる
one-upmanship：人を出し抜く術
Tik Tok：短い動画に特

⑤A society that celebrates beauty this obsessively is going to be a social context in which the less beautiful will be slighted. The only solution is to shift the norms and practices. One positive example comes, oddly, from an American lingerie brand, which replaced its fashion models with seven women of more diverse body types. When the American lingerie brand is on the cutting edge of the fight against lookism, the rest of us have some catching up to do.

化したソーシャルメディア

obsessively：執拗に

出典：New York Times: June 25, 2021（一部改変）(Reprinted from "Why Is It OK to Be Mean to the Ugly?" byDavid Brooks. From The New York Times. © 2021 The NewYork Times Company. All rights reserved. Used under license.)

問 1.　下線部①を日本語に訳しなさい。

問 2.　下線部②と同じ内容の問いの文章を本文中から 10 単語以内で抜き出しなさい。

問 3.　下線部③について，" a slight physical advantage "と" widely unrelated stereotypes "が指す内容を明らかにして，日本語に訳しなさい。

問 4.　下線部④について，著者は本文中で 3 つの価値観を示しています。この 3 つの価値観について日本語で記しなさい。

問 5.　下線部⑤の結果，アメリカ社会に生じている経済的な問題が本文中にいくつか例示されています。その例の一つを本文に即して 100 字以内の日本語で記しなさい。

2　以下の英文は 2024 年 3 月 21 日付けの Nature ニュースに掲載された「Google AI could soon use a person's cough to diagnose disease」と題された記事である。この英文を読んで質問に答えなさい。

著作権の都合上、この部分はご覧いただけません。

著作権の都合上、この部分はご覧いただけません。

問 1.　下線部①の Google の HeAR システムはどのようなデータソースを使用して訓練されたか，以下から 1 つ選び，記号で答えなさい。

1. 医療画像
2. 臨床検査値
3. 遺伝子データ
4. 文書テキスト
5. 人間の音声クリップ

問 2.　下線部①の Google の HeAR システムの訓練に用いられた手法は何か，以下から 1 つ選び，記号で答えなさい。

1. 強化学習
2. 転移学習
3. 教師あり学習
4. 半教師あり学習
5. 自己教師あり学習

問 3.　下線部②の研究者たちは，現状において HeAR システムをどのように利用しているか，以下から 1 つ選び，記号で答えなさい。

1. 学生教育に利用する
2. 製品として販売する
3. 一般消費者に公開する
4. 研究者にモデルを提供する
5. 診断ツールとして承認をとる

問 4.　下線部③について，本文で指摘されている欠点は何か，以下から 1 つ選び，記号で答えなさい。

1. 学習速度の遅さ
2. 高い計算コスト
3. モデルの不安定性
4. データの多様性不足
5. 注釈付きデータセットの不足

問 5. 下線部④の health acoustics, or 'audiomics の分野において，音声が病気の診断，スクリーニングやモニタリングに活用できる可能性があるのはどういった理由からか，以下から誤ったものを 1 つ選び，記号で答えなさい。

1. 非侵襲性
2. 高い信頼性
3. AI や機械学習技術の発達
4. 使用できるデータ量の増加
5. 少ないリソースで実行できること

3 以下の英文を読んで，質問に答えなさい。

Professional sportsmen are recognized for the stress and strain that they put their bodies through and it is widely accepted that they will encounter physical injury at some point. There is a societal view that sport is about winning and competing, and the focus is predominantly about individual or team performance. Male athletes can be viewed as superhuman and the impact of their emotional wellbeing is frequently overlooked.

Mental health in elite sport is receiving more publicity due to an increase in male athletes sharing their personal experiences. The fields of sports psychology and sports psychiatry are rapidly developing areas aimed at understanding, diagnosing, treating and rehabilitating athletes. Sport psychology focuses upon the use of mental skills training within the sporting domain and sports psychiatry aims to optimize the health of athletes, improve athletic performance, as well as managing psychiatric symptoms or disorders of athletes.

A professional sports career can include in excess of 640 stressors that may induce common mental disorders. ①Even if mental ill health was evident prior to involvement in sport, it may become amplified when athletes are faced with the stressors that are associated with elite sports. Within elite sport, athletes face an extreme load of physical training and psychological stress. There is a need to consider competition-induced stress either prior, during or immediately after competition, and include factors of an athlete's sporting life including training, rehabilitation, team meetings and contract negotiations. Professional sportsmen are not immune from stress. They are vulnerable to profession specific stressors as well as life events similar to the general population. The stress players experience does not end when their playing career does, it follows them into retirement.

Anxiety in athletes can be both facilitative and debilitative. Elite athletes can view symptoms of anxiety as performance enhancing. In some sports competition, anxiety is considered as normal, although athletes who experience excessive levels of competition anxiety can experience negative consequences such as impaired performance. Competition anxiety can be linked to self-confidence and athlete's self-confidence levels can fluctuate closer to the event and depending upon the level of competition.

Another factor that can significantly impact upon an athlete's mental health is overtraining, or ②the overtraining syndrome (OTS). This is where the human body attempts to cope with physiological and other stressors including physical training, sleep loss, exposure to environmental stresses (e.g., exposure to heat, high humidity, cold, high altitude), occupational pressures, change of residence and interpersonal difficulties. OTS can be difficult to distinguish from depression as some of the symptoms such as fatigue, insomnia, appetite change, weight loss, lack of motivation and concentration difficulties overlap with each other. OTS can occur when an athlete undergoes a rigorous training schedule and has an insufficient recovery period caused through other sources of non-training stress.

The extreme of OTS is burnout, which has been reported in approximately 10% of elite

diagnosing：診断すること
rehabilitationing：リハビリテーション（復帰や回復）をおこなうこと
optimize：最適化する
rehabilitation：リハビリテーション
vulnerable：傷つきやすい

athletes. When an athlete is over trained, their motivation remains, although when athletes suffer from burnout, they typically experience chronic fatigue, poor sleep patterns, episodes of depression and helplessness. It is therefore not surprising that their performance is negatively affected.

It is clear from the literature that elite male athletes do experience a range of common mental disorders and stressors that are either created ③externally or internally. However, it appears that athletes prefer to discuss their issues or talk publicly after their elite career has ended. This is supported by the large number of sporting autobiographies released each year. A factor behind this ___④___ to discuss issues during their playing career could be related to the stigma around mental health. ⑤Several factors are highlighted as a barrier to help seeking in athletes. The prevalence of common mental disorders in elite sport is underreported because of stigma. There is a view that athletes who do seek help for psychological problems may be seen as weak by other athletes and coaches; however, it is important to highlight that it is okay for men to talk about problems and feelings—it should not be seen as a sign of weakness, rather it is a strength.

Stigma could be seen as a strategy to protect one's survival in the team, as well as to cast out individuals who threatened the team's success. Athletes are used to being in the spotlight and may have 'situational narcissism' which can make it difficult for them to seek or accept assistance. They also suggest that athletes may not easily discuss their emotions as they have been taught to work through pain.

There is starting to be a shift in help-seeking attitudes within elite sport. Rugby League in conjunction with National Health Service (NHS) professionals created State of Mind Sport (SOMS). For example, Cricket have put an emphasis upon player welfare as have Rugby League in particular. Male athletes cannot be mentally tough all of the time but if they are supported and encouraged to seek help and share their experiences, this will significantly improve their mental fitness and give them a greater sense of emotional wellbeing.

出典：A Sports Med Open. 2018.（一部改変）

問１．　下線部①を和訳しなさい。

問２．　下線部②について日本語 100 字以内で説明しなさい。

問３．　下線部③について，以下のア～カは External なものか，Internal なものか，解答欄に記号で記入せよ。

ア　exposure to environmental stresses
イ　occupational pressures
ウ　change of residence
エ　interpersonal difficulties
オ　anxiety
カ　sleep loss

問４．　下線部④に入るべき最も適切な単語を以下から１つ選び，記号で答えなさい。

ア　damage
イ　preference
ウ　regardless
エ　reluctance
オ　unconsciousness

問５．　下線部⑤について筆者はどのような例をあげているか，日本語 100 字程度で説明しなさい。

4 次の英文を読んで以下の質問に答えなさい。

Mark Carden has been running the Researcher to Reader conference on scholarly communication since 2016. When the pandemic hit, the conference went online, like many other large meetings. Now that the events industry is picking up again, organizers such as Carden are contemplating what lessons from the 2020 and 2021 lockdowns should carry over to their post-pandemic conferences. Hybrid conferences — a mixture of online and in-person — seem to be the new standard, but they can present steep challenges for organizers. Hybrid conferences are harder to set up and run, in Carden's experience, than those that are fully online or fully in-person. "Online is OK and in-person is OK, because you can curate the conference so that everyone has the same experience, but with hybrid it's difficult to create that equality and it's hard to have communication across the boundary," he says. "But I also think hybrid is essential for the future."

lockdown：コロナ感染症によるロックダウン

For one thing, hybrid conferences are accessible to many more people. "Over the last two years, data from conferences has shown a sharp increase in the diversity of attendees for online meetings," says Elizabeth Tasker, an astrophysicist at the Japan Aerospace Exploration Agency in Chōfu. Tasker helped to organize IR2022, a conference on the future of ground-based infrared observatories, which was entirely online. "Removing the need to travel ①plummets the cost of attendance, makes the meeting far more accessible for those with disabilities or illness, and typically makes it easier to balance caring or other local commitments," she says. Closed-caption technology, which displays a text version of the spoken part of a presentation, helps to make talks and question-and-answer sessions more accessible to participants with hearing loss. Virtual meetings also have lower carbon footprints because they reduce attendees' air travel. It's important to consider time differences, remembering that the online audience could be dotted across the globe. Tasker recommends scheduling some sessions at the beginning of the day and some towards the end of the day, to include attendees both east and west of the host country. Doing so also allows the in-person audience a chance to get out and explore the host city, she says. Carden, although reluctant to take on the extra work, is keenly aware of all these benefits. "The idea of saying 'let's go back to normal' seems retrograde and unfair, so now I'm stuck with doing hybrid because it's the right thing to do, but it costs twice as much. We actually lost money in the 2022 conference," he says. Balancing the budget for a hybrid conference — while ensuring that neither online nor in-person participants feel short-changed — can feel overwhelming. But there are a few things that organizers can do to make their lives easier and increase their chances of success.

attendee：出席者
astrophysicist：天体物理学者
infrared：赤外線の

The term hybrid conference can mean different things. People frequently think it amounts to nothing more than putting recordings of in-person talks online. But that's an outdated approach, says Vanessa Moss, an astronomer at the Commonwealth Scientific and

Industrial Research Organization, Australia's national science agency, based in Canberra. Moss leads a collaboration called the Future of Meetings, which has been publishing resources on improved virtual interaction in online and hybrid meetings. "The ②fly-on-the-wall idea is too often people's impression of hybrid, but a good hybrid conference gives both audiences equal agency to ask questions and follow the content and interact with each other," she says. "You have to put digital first. That means when you're designing hybrid conferences you don't think of it as an in-person event with some online attached to it." Regardless of how you define hybrid for your conference, it's important that you do so before you start planning, and that you communicate your definition clearly before attendees purchase tickets. That will help you to manage expectations; it will also reduce the chances of disappointment.

With all this in mind, ticket fees deserve serious consideration. If access to content and participation is genuinely equal for in-person and online attendees, it might be appropriate to charge the same amount for both types of ticket, says Carden. Some will disagree, however, and will expect online tickets to be cheaper or even free. "My position is that we're offering the same value and it's costing the same or even a bit more to do hybrid, so the price should be the same," he says. "But quite a lot of attendees said their conference budgets had been cut recently, and their bosses said it's not worth the cost for an online ticket." Finding a way to assuage these concerns, perhaps with a thorough explanation of all that's on offer for online attendees, could prove helpful. By contrast, if the online and in-person experiences differ — as with the event that Glass helped to organize — then online tickets should probably be cheaper. "We charged differently for online versus in person," she says. "It was US$575 for in-person and $375 for online." It's a delicate balancing act, because charging less for online tickets can have a knock-on effect for in-person participation. That's the view of Lauren Sheppard, project manager of life sciences at Terrapinn — an events company. "You'll find that you need to increase your registrations sixfold for a hybrid conference, to get the same critical mass of people showing up in person." It's important, therefore, to think carefully about your pricing strategy.

Glass:イベント企画者（人名）

Terrapinn:イベント企画会社（社名）

Both Glass and Carden say hybrid solutions can rack up quite a cost. This is particularly the case when events are hosted in large conference centres, which often restrict what equipment is allowed on site and who can operate it. These centres might even insist that contracts be given to a select number of approved suppliers, which decreases competition for a lower price. "I initially thought it would be cheap," says Glass. "But you're quite limited in terms of what you can rent from whom."

There are ways to keep costs down; as Glass suggests, the venue is an important consideration here. "If you're doing it on a university or a non-profit's campus, then that's

a totally different thing. Campus resources mean it can be done on a shoestring," she says. "But you need to go into this with realistic expectations. Hybrid isn't easy with large conferences in corporate event spaces, and I don't think scientists know how much AV services can cost." Groups such as the Future of Meetings are also on hand to offer guidance on how to reduce the cost of going hybrid. This includes online resources and reports, but the organization also offers tailored advice to those who ask for it; on occasion, it has even helped with the technical and practical side of things.

出典：Nature 2022 (一部改変) (Used with permission of Springer Nature, from Nature, "The right mix: making a hybrid conference work for all", byBenjamin Plackett, Vol.607, 2022; permission conveyed through Copyright Clearance Center, Inc.)

問１．下線部①に最も近い意味の単語を以下から１つ選び，記号で答えなさい。

ア immerse
イ plunge
ウ dispose
エ slant
オ boost

問２．下線部②はどのような行動を表していると考えられるか，以下から１つ選び，記号で答えなさい。

(A) To observe secretly without being noticed
(B) To say what you want to say clearly
(C) Not to use care about your clothes if you're not being watched
(D) To fly to the conference site

問３．本文で述べられている Online 会議の利点のうち 3 点を日本語であげなさい。

問４．本文で述べられている Online 会議を行う際に考慮すべき点，もしくは課題のうち 3 点を日本語であげなさい。

問５．本文のタイトルとして最も適しているものを以下から１つ選び，記号で答えなさい。

(ア) Organizing events that can be attended in-person or online is controversial
(イ) Organizing a hybrid conference takes extra time and can be a burden
(ウ) The right mix: making a hybrid conference work for all
(エ) Considering dominating act in making a hybrid conference
(オ) Sharp increase in the diversity of attendees for online meetings

———このページは白紙———

令和 7 年度（2025 年度）東北大学

AO 入試（総合選抜型）III 期

筆記試験問題

令和 7 年 2 月 10 日

志望学部／学科	試 験 時 間	ページ数
医　学　部　医　学　科	9:30～11:30 （120 分）	22 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 22 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. **特に指示がない場合は，日本語で答えなさい。**
8. 解答に日本語での字数の指定のある場合は，句読点， 数字， アルファベット，記号も１字として数えてください。
9. 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―――

―――このページは白紙―――

1 以下の英文は 2024 年 6 月に Nature の NEWS AND VIEW に掲載された「AI produces gibberish when trained on too much AI-generated data」と題された記事である。この英文を読んで質問に答えなさい。

Generative AI models are now widely accessible, enabling everyone to create their own machine-made something. But these models can collapse if their training data sets contain too much AI-generated content.

As generative artificial intelligence (AI) models — from Open AI's ChatGPT to Meta's Llama and beyond — become more available, the amount of AI-generated content on the Internet is swelling. AI-generated blogs, images and other content are now commonplace. And although the effects of an AI-generated Internet on humans remain to be seen, in a paper in Nature, Shumailov et al. report that the proliferation of AI-generated content online could be devastating to the models themselves.

Llama：Meta AI が発表したモデルの名称

et al.：～およびその他

Conventional generative AI models learn to create realistic content by extracting statistical patterns from large swathes of Internet data — terabytes of articles, chat forums, blog posts and images. But what happens to the models if those chat forums and blog posts are AI-generated, as is increasingly the case? Shumailov et al. showed that large language models (LLMs) 'collapse' when trained on their own generated content: after several cycles of outputting content and then being trained on it, the models produce nonsense.

swathe：包む，巻く

This model collapse occurs because ①training models on their own generated content causes them to 'forget' the less-common elements of their original training data set (Fig. 1). Imagine a generative-AI model tasked with generating images of dogs. The AI model will gravitate towards recreating the breeds of dog most common in its training data, so might over-represent the golden retriever compared with the petit basset griffon vendéen, given the relative prevalence of the two breeds. If subsequent models are trained on an AI-generated data set that over-represents golden retrievers, the problem is compounded. With enough cycles of over-represented golden retrievers, the model will forget that obscure dog breeds such as petit basset griffon vendéens exist and generate pictures of just golden retrievers. Eventually, the model will collapse, rendering it unable to generate meaningful content.

Although a world overpopulated with golden retrievers doesn't sound too bad, consider how this problem generalizes to the text-generation models examined by Shumailov and colleagues. When AI-generated content is included in data sets that are used to train models, these models learn to generate well-known concepts, phrases and tones more readily than they do less-common ideas and ways of writing. This is the problem at the heart of model collapse.

Among other things, model collapse poses challenges for fairness in generative AI. Collapsed models overlook less-common elements from their training data, and so fail to reflect the complexity and nuance of the world. This presents a risk that minority groups or viewpoints will be less represented, or potentially erased. As the authors recognize,

concepts or phrases that seldom feature in LLM training data are often the ones that are most relevant to marginalized groups. Ensuring that LLMs can model them is essential to obtaining fair predictions — which will become more important as generative AI models become more prevalent in everyday life.

So how can this problem be mitigated? Shumailov et al. discuss the possibility of using watermarks — invisible but easily detectable signals that are embedded in generated content — to enable easy identification and removal of AI-generated content from training data sets. Many generative-AI watermarks have been proposed and are used by commercial model providers such as Meta, Google and OpenAI.

Unfortunately, ② watermarks are not a panacea. Researchers have found that watermarks can be easily removed from AI-generated images. Sharing watermark information also requires considerable coordination between AI companies, which might not be practical or commercially viable. Such coordination efforts suffer from a sort of prisoner's dilemma: if company A withholds information about its watermarks, its generated content could be used to train company B's model, resulting in B's failure and A's success. Other model providers could also simply choose not to watermark the output of their models.

watermark：ウォーターマーク。（紙の）すかし（模様）

panacea：万能薬

Although Shumailov et al. studied model collapse in text-generation models, future work should investigate this phenomenon in other generative models, including multimodal models (which can produce images, text and audio) such as GPT-4o. Furthermore, the authors did not consider what happens when models are trained on data generated by other models, rather, they focused on the results of a model trained on its own output. Given that the Internet is populated by data produced by many models, the multi-model scenario is more realistic — albeit more complicated. Whether a model collapses when trained on other models' output remains to be seen. If so, the next challenge will be to determine the mechanism through which the collapse occurs.

As Shumailov et al. note, one key implication of model collapse is that there is a ③ 'first-mover' advantage in building generative-AI models. The companies that sourced training data from the pre-AI Internet might have models that better represent the real world. It will be interesting to see how this plays out, as more companies race to make their mark in the generative-AI space — and, in doing so, populate the Internet with increasing amounts of AI-produced content.

出典：Nature NEWS AND VIEWS: By Emily Wenger, 2024.　（一部改変）

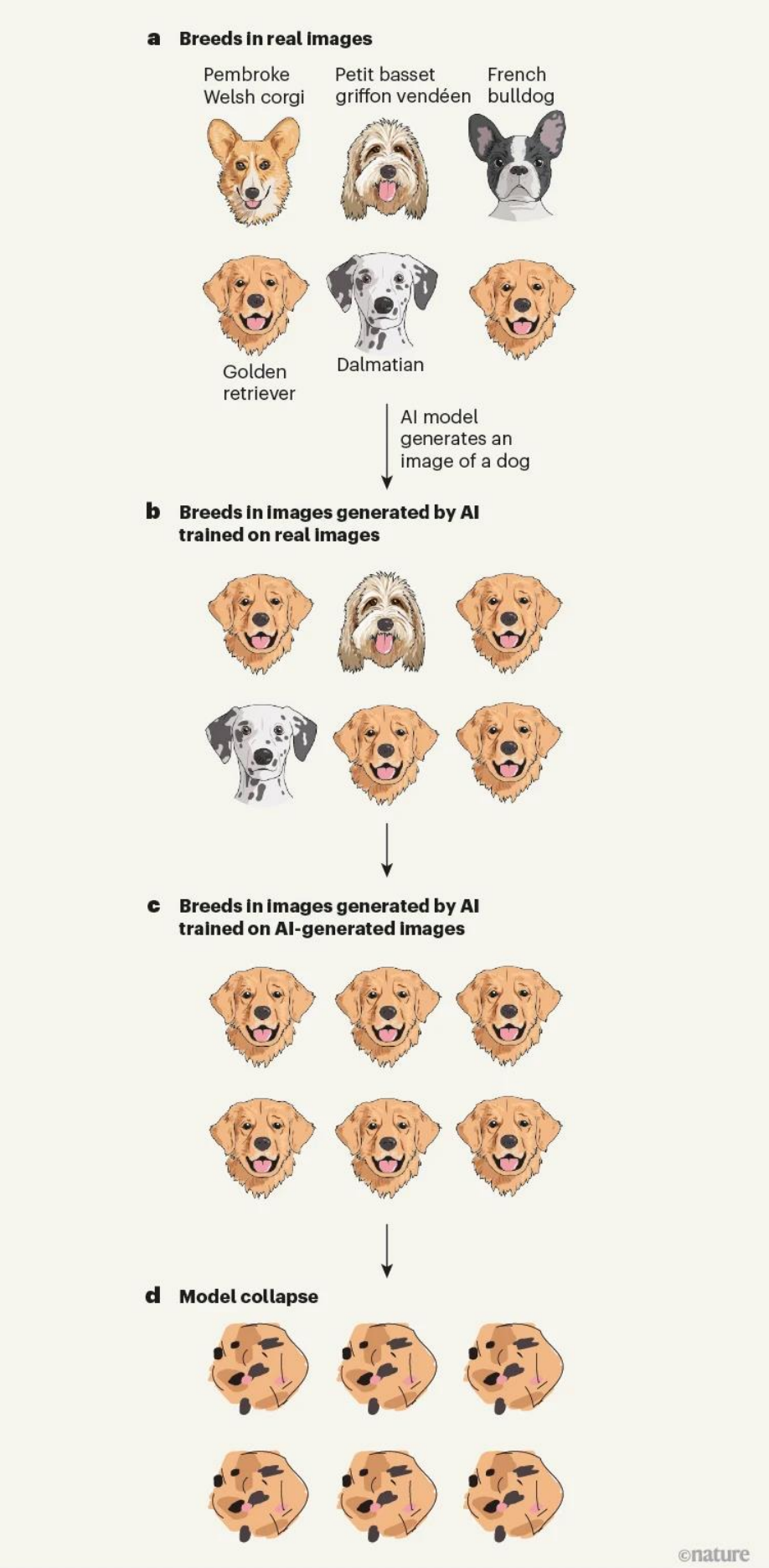


Figure 1: Training an artificial intelligence (AI) model on its own output.

a, An AI model will generate an image of a dog by learning from sets of real images, in which common dog breeds, such as golden retrievers, are over-represented, and rarer breeds, such as French bulldogs, Dalmatians, Pembroke Welsh corgis and petit basset griffon vendéens, are under-represented. **b**, The output of the model will therefore be more likely to resemble a golden retriever than a rarer breed. **c**, If the model is then trained on its own generated output, it might forget the more obscure dog breeds. Shumailov et al. found that this is a general principle in the large-language-model setting; after several cycles of training the models on their own generated data, AI models eventually generate nonsensical outputs **(d)**.

問 1.　下線部①について，AI が生成したコンテンツでトレーニングすると，トレーニングデータセットの中の希少要素の表現はどのようになるか？　以下から 1 つ選び，記号で答えなさい。

1.　希少要素に影響を与えない
2.　希少要素の表現がなくなる
3.　希少要素の表現が改善される
4.　希少要素の表現が過剰になる
5.　希少要素の表現が強調される

問 2.　Figure 1 c のような状態になった後に”Model collapse”が生じるとされるが，Model collapse とは具体的にはどのような現象か。本文に即して 20 字程度で説明しなさい。

問 3.　下線部②に関連して，ウォーターマークを使用する際の問題点は何か？　以下から 2 つ選べ。

1.　ウォーターマークが高価である
2.　ウォーターマークはすぐに劣化する
3.　ウォーターマークは簡単に除去できる
4.　ウォーターマークは法的に禁止されている
5.　ウォーターマークがデータの質に影響する
6.　ウォーターマーク情報の共有には AI 企業間の大規模な調整が必要である

問 4.　下線部③はどのようなことを意味しているか，60 字程度で説明しなさい。

問 5.　本文中で述べられているような生成系 AI の問題点に対してどのような対策が考えられると思うか，あなたの考えを 120 字以内で書きなさい。

2 現在，一般に行われている臓器移植医療はヒトから提供された臓器をヒト患者に移植する同種移植である。一方，近年は種が異なる生物間の移植（異種移植）の研究が活発に行われている。次の英文は臓器移植について書かれた英文である。これを読んで質問に答えなさい。

Chronic kidney disease affects 8–16% of the population worldwide and often goes underappreciated until it progresses to end stage kidney disease (ESKD). ESKD patients with refractory symptoms require lifelong kidney replacement, either dialysis or transplantation. Dialysis extends life but dialysis patients have worse outcomes, poorer quality of life, and increased costs as compared to transplantation.

Transplantation provides a potentially curative therapy but demand for donor organs far exceeds current levels of donation. One approach to alleviating this organ shortage is xenotransplantation of porcine kidneys. Porcine kidneys are similar in size, shape, and function to human kidneys, are ethically acceptable and have been used for decades in preclinical non-human-primate (NHP) models of kidney xenotransplantation.

This month, the first living person to receive a kidney from a pig died, just under two months after his transplant — ①sooner than his doctors had expected. But the timing is in keeping with that of the first people to receive pig hearts, both of whom died around two months after their transplants.

The relatively short survival time for all three recipients demonstrates that these pioneering cross-species transplants "have not had as great success as would have been predicted from the primate studies", says Robert Montgomery, a transplant surgeon at New York University in New York City.

But the three procedures offered hope to desperately ill people who had run out of options. And researchers say that they have learnt valuable lessons from the first pig-organ transplants into humans, on topics ranging from the types of medication that recipients need to the amount of testing that pig organs must undergo. "This is not an insolvable problem," Montgomery says. "I'm encouraged that we're as far along as we are."

Nature spoke to xenotransplant surgeons about what they've learnt so far, and how they see the field moving forwards. The use of organs from other species in humans, called xenotransplantation, has long been a dream of surgeons because of the chronic shortage of suitable human organs. Researchers have homed in on pigs as a donor species, in part because their organs' size and anatomy resemble those of humans. Data from non-human primates that have received pig organs are promising: a study published in 2023 reported that five monkeys each survived for more than one year after receiving transplanted pig kidneys.

The first xenotransplant into a living person was in 2022, when 57-year-old David Bennett received a pig heart and survived for 60 days after the procedure. A second man, Lawrence Faucette, received a pig heart in 2023 and survived for 40 days. Muhammad Mohiuddin, a surgeon at the University of Maryland School of Medicine in Baltimore who was on the care team for both pig-heart transplants, cites ②several possible explanations

Chronic kidney disease：慢性腎臓病
underappreciated：正しく評価されない
dialysis：透析療法
transplantation：移植
xenotransplantation：異種移植
porcine：豚の
primates：霊長類
desperately：重症な
recipient：移植を受ける患者
Nature：医学雑誌 Nature の記者の意

for Benett's death. In the weeks before he died, Bennett had an infection, so physicians gave him an immune-boosting therapy made up of pooled antibodies from thousands of donors. Scientists later found that some of the antibodies had reacted to the pig organ, meaning that the treatment could have exacerbated Bennett's condition. Since then, Mohiuddin has worked with local blood banks to develop ways to screen for reactive antibodies.

infection：感染
immune-boosting therapy：免疫を賦活化する治療
exacerbate：悪化させた
antibodies：抗体

Another possible explanation for Bennett's limited survival is a latent infection of the transplanted heart with a pathogen called porcine cytomegalovirus, which might have been activated and then harmed the heart. The virus was found in the organ after Bennett's death but was missed by tests before the transplant, signalling that more sensitive tests must be used to screen organs, Mohiuddin says.

cytomegalovirus：サイトメガロウイルス

All the xenotransplants into living people have received '③compassionate use' approval from the US Food and Drug Administration (FDA), granted in rare cases in which a person's life is at risk and there are no other treatments available. People treated on such grounds tend to be much sicker than the average person on the transplant waiting list, making it difficult to work out whether an unfavourable outcome is the result of the procedure itself, Mohiuddin says. That's why some researchers have been pushing for the FDA to begin ④clinical trials of the procedure, which would allow for systematic evaluation of its performance.

compassionate：人道的な
US Food and Drug Administration (FDA)：アメリカ食品医薬品局

It's possible, for example, that poor underlying health contributed to the death of Richard Slayman, the first living recipient of a pig kidney. Tatsuo Kawai, one of the surgeons who conducted the transplant at Massachusetts General Hospital in Boston, tells *Nature* that Slayman's kidney was functioning well the day before his death and that he died for reasons unrelated to his transplant. In the year before the procedure, Slayman had developed heart failure.

Researchers are also experimenting with what can be done before the transplant to best prevent organ rejection. One technique is genetically modifying the donor pigs, but the number of genetic edits necessary to stave off rejection is far from settled, Mongomery says.

organ rejection：（移植された）臓器の拒絶

There is still much more to be learnt, he says. In a forthcoming study and in one published today in Nature Medicine, Montgomery and his colleagues analysed tissue samples from two people who had been declared legally dead before receiving a pig heart and found that at the cellular level, rejection of xenotransplanted organs looks "very different" from that of organs transplanted from a human donor, Montgomery says. He adds that these findings could help researchers to anticipate rejection and develop tailored immunosuppressant regimens for future surgery.

出典：Nat Commun (2023).(一部改変),(Firl D.J., Lassiter, G., Hirose, T. et al. Clinical and molecular correlation defines activity of physiological pathways in life sustaining kidney xenotransplantation. Nat Commun 14, 3022 (2023). https://doi.org/10.1038/s41467-023-38465-x)
Nature (2024)（一部改変）(Used with permission of Springer Nature, from Nature, "First pig kidney transplant in aperson: what it means for thefuture", by Smriti Mallapaty et al, 2024; permission conveyed through Copyright Clearance Center, Inc.)

問 1.　下線部①のように考えられた理由は何か，本文に即して 30 字程度で説明しなさい。

問 2　下線部②の例としてあげられた以下の 1～5 のうち，ドナー動物の側の原因はどれか。1 つ選び，番号で答えなさい。

1. cytomegalovirus
2. desperately ill
3. immune-boosting therapy
4. more sensitive tests
5. pooled antibodies

問 3.　下線部③では，どのような患者が対象となるか，30 字以内で説明しなさい。

問 4.　下線部④の目的は何か，20 字程度で説明しなさい。

問 5.　異種移植の研究において，今後さらにどのようなことを行うことが必要か，本文中で述べられていることから 3 点あげなさい。(3 点，箇条書きで書きなさい)

問 6.　以下の図は，日本において end stage kidney disease (ESKD)のため透析をうけている 30 歳未満の患者数（図 1)，30 歳以上の患者数（図 2)，および，ESKD で腎移植を受けた患者の年代別の分布（図 3）を示している。図 1～図 3 を参考にして，日本の腎移植の課題を 100 字以内で記述しなさい。

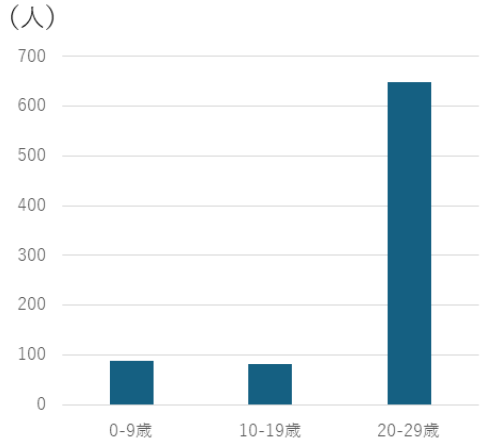


図1　年代別の慢性透析患者数（30歳未満）

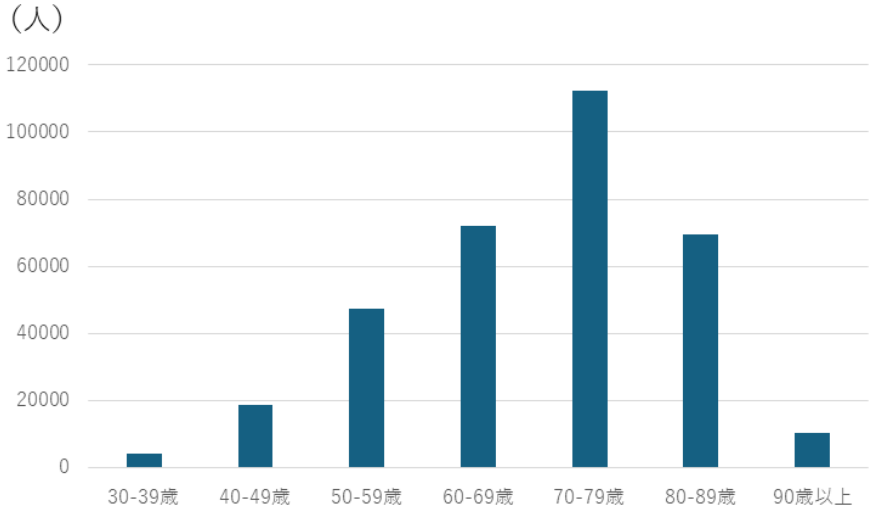


図2　年代別の慢性透析患者数（30歳以上）

（人）

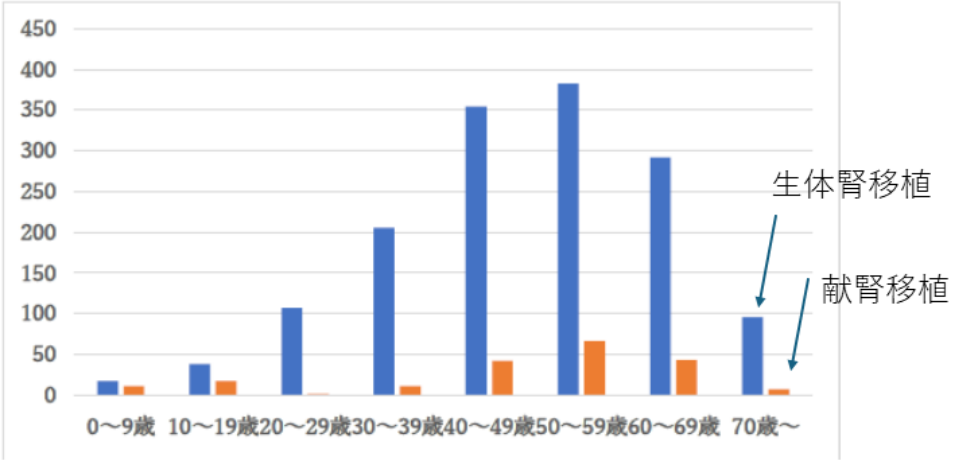


図3　年代別、生体、献腎別の腎移植実施患者数

■　生体腎移植：6 親等以内の血族，配偶者，3 親等以内の姻族で自ら提供の意思があること，提供後も健康に過ごせる身体的，心理的状態であることが確認された方から提供を受けて，腎臓を移植する方法

■　献腎移植（心停止下，脳死下）：腎提供の申し出があった場合，予め移植希望を登録していた患者の中から，レシピエント選択基準に基づいて移植を受ける患者を選んで移植する方法。

図の出典：日本透析医学会　統計調査員会　我が国の慢性透析療法の現況　2022 年 12 月 31 日現在　公開データより作成，日本移植学会　移植ファクトブック 2023

3 以下の英文を読んで質問に答えなさい。

The world is facing a critical waste disaster resulting from the rapid increase of waste generation and the inability to cope with it in a sustainable manner endangering the environment, climate, and human health. Estimates show that future global municipal waste generation is expected to increase between 20% (sustainability pathway) and 68% (fossil-fueled pathway) by 2050 depending on the assumed socio-economic pathway. The composition of waste is becoming increasingly complex and if waste treatment were to stagnate at current levels the negative consequences could be exacerbated further. Currently, 64% of global municipal solid waste (MSW) generated is mismanaged, 29% of which is open burned, 18% ends up in dumpsites and the rest are scattered. Scattered waste is dynamic, meaning that depending on its physical characteristics and certain climate and geographical conditions, it can be mobilized, damaging terrestrial and aquatic ecosystems. Land-based waste has been identified as the main source of marine litter (of which 80% is plastic waste). Although initiatives to stop plastics from entering the oceans exist, without appropriate waste management systems it is impossible to stop leakage of waste into our ecosystems.

stagnate：停滞する

terrestrial：陸上の

Current debates on marine litter focus mainly on plastic waste (macro- and microplastics) due to its toxicity to aquatic life and negative effects on human health. Global efforts to combat plastic pollution include the amendments to the Basel Convention in 2019 with the aim to monitor transboundary movements of plastic waste and more recently the Resolution to End plastic pollution by the United Nations Environment Assembly in 2022. As of 2018, 127 countries have adopted some form of legislation to regulate plastic bags and single-use plastic items. Furthermore, scientific research on marine litter at a global and regional levels concentrates mainly on plastic rather than on the underlying problematic related to waste management. Global estimates suggest that in 2010, 275 Mt (million tons) of plastic waste was generated across 192 coastal countries, of which between 1.75% and 4.61% ended up in the ocean. In 2019, it was estimated that 1000 rivers are responsible for 80% of the annual global plastic emissions into the ocean with an average of 1.75 Mt per year. A more recent study shows that litter is a global and heterogenous problem that requires sub-national approaches when adopting solutions. The same study identifies that some of the most polluted sites are located in places with high-infrastructure but low-wealth such as the cities of Athens, Tunis and Lima. Regional studies include an analysis of rural plastic emissions into the Izvoru Muntelui lake (Eastern Carpathians) which suggests that rural municipalities might be responsible for 85.51% of plastic bottles collected between 2005 and 2010 and it concludes that plastic pollution is mainly local. A more recent study on the Carpathian region identifies that watercourse below 750 m.a.s.l (meters above sea level) are significantly affected by mismanaged plastic waste and most of the hotspots are located in Romania, Hungary, and the Ukraine. Another study revealed that 24.3% of waste

transboundary：国境を越えた

Tunis：チュニジア共和国の首都

Lima：ペルーの首都

Izvoru Muntelui lake (Eastern Carpathians) ：イズヴォル・ムンテルイ湖（東カルパティア山脈）

generation in Jakarta and Bandung (Indonesia) ends up in waterways with highest plastic accumulation in the mainstream of the Ciliwung and Cikapundung rivers.

Ciliwung：チリウン川（ジャカルタ）
Cikapundung：チカプンドゥン川（パンドン）

Moreover, a recent assessment demonstrates that United States generated the largest amount of plastic waste in 2016, of which between 0.14 and 0.41 Mt was illegally dumped and 0.15–0.99 Mt was exported as recycling material that ended up being inappropriate managed. Furthermore, initiatives to reduce plastic waste leakages include the work and economic impact analyses of plastic pollution carried out by the International Union for Conservation of Nature (IUCN) in Fiji, Samoa, Vanuatu, Antigua and Barbuda, the Mediterranean islands, among others. It is important to note that the scope and methodologies to estimate plastic waste leakage differ. While some methodologies include macroplastics from production to use and fate or are based on population and spatial analysis, others assess micro—and macro plastic waste leakage over the entire life cycle of a product (corporate plastic footprint).

Antigua and Barbuda：大西洋とカリブ海が交わる地点にある国。アンティグア島，バーブーダ島，小さい島々からなる独立連邦国

However, global studies that comprehensively analyze scenarios on how the improvement of waste management systems under future plausible pathways can reduce leakage of waste in terrestrial and aquatic environments are rather limited. To our knowledge, no global assessment exists that combines the Shared Socio-economic Pathways (SSPs), waste generation and management storylines and spatial analysis of urban and rural areas to project future waste leakage and analyze the mitigation potential of circular waste management systems to cut leakage of waste into aquatic environments (lakes, rivers and coastal areas).

Shared Socio-economic Pathways：共通社会経済経路。人口や社会経済開発，環境などの諸条件を示す要素からなり，緩和・適応政策を分析する際の前提条件として利用する

For this research, we combine our more recent method to globally assess the current and future MSW generation and composition in urban and rural areas with spatial analysis to identify potential global MSW leakage hotspots in aquatic environments and potential reduction strategies. We distinguish between rural and urban areas under five future socioeconomic pathways up to 2040. Each of the scenarios include a “Baseline” and a “Maximum Technically Feasible Reductions” scenario. The “Baseline” includes waste-related legislation adopted until 2018. Our detailed representation goes beyond the estimation of plastic waste into aquatic environments but rather attempts to quantify the MSW leakage as a whole (including eight different waste streams). The differentiation of urban and rural areas in our spatial analysis for MSW generation reflects the disparities of lifestyles, income, and resource consumption within a country/region. This allows us to analyze the MSW leakage problem from a holistic waste management systems perspective. The IIASA-GAINS model is used as a framework to carry out this assessment. The GAINS model has global coverage with a geographic representation of 180 countries/regions with multitemporal resolution at 5-year intervals. The MSW sector in the model further

disparities：格差，不均衡
holistic：全体論的な

differentiates between urban and rural areas within a country/region.

The results of this study can be further developed in combination with additional environmental, meteorological, and geographical variables, who included characteristics such as slope, precipitation, and river discharge to estimate the amounts of MSW potentially reaching the oceans as well as their estimated origin. The outcomes of this study can also serve as science-based evidence to support the development of the new treaty to move towards a legally binding instrument to end plastic pollution and to help establish a global standardized MSW reporting framework.

出典：Nature Communications 2024

問１．現在，不適切に処理されている世界の都市固形廃棄物（MSW）の何%が散乱しているとされていますか。%で答えなさい。

問２．散乱しているプラスチック汚染と戦うための世界的な取り組みについて，本文中で紹介されている事例のうち２つを，それぞれ７０字以内で説明しなさい。

問３．プラスチック排出により，最も汚染された場所はどのような場所と特定されているか，その都市名とその特徴を述べなさい。

問４．下線部を和訳しなさい。

問５．次の図は，湖沼，沿岸，河川地域のカテゴリー別に，都市固形廃棄物（MSW）の漏洩の可能性が高い上位 10 か所と，カテゴリー内の相対的な規模を示したもの，図２は水域から 1km 以内の人口と都市固形廃棄物（MSW）の漏出を示したものです。図１，図２を参照して，以下の問い１），２）に答えなさい。

図１

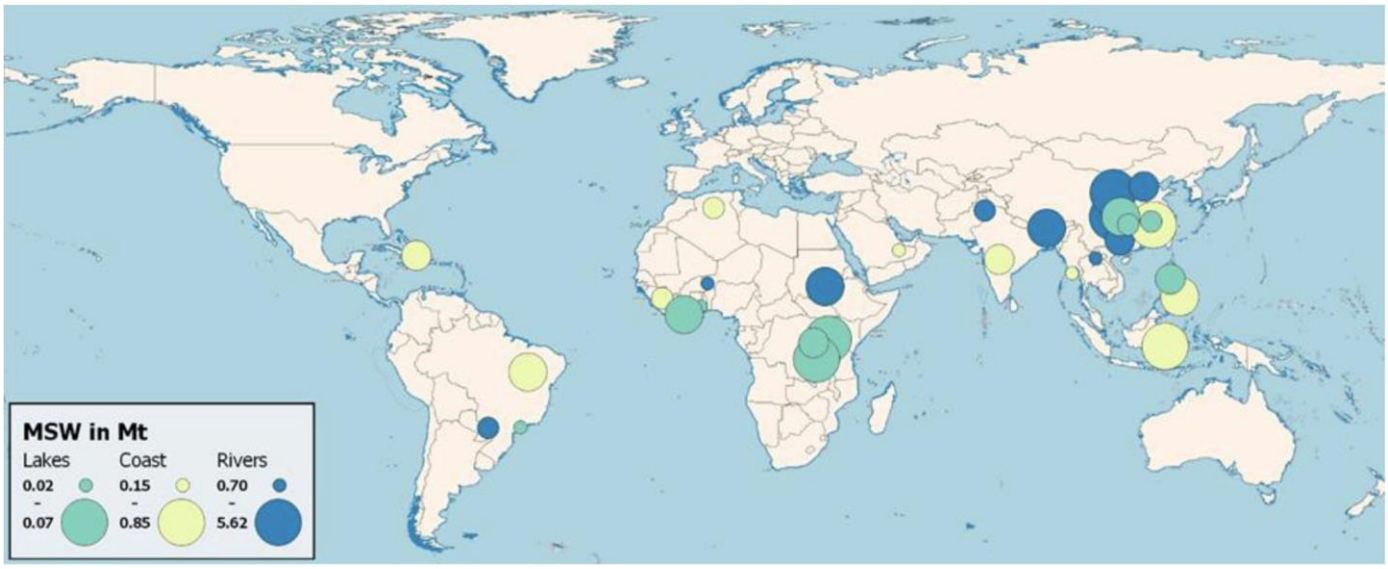
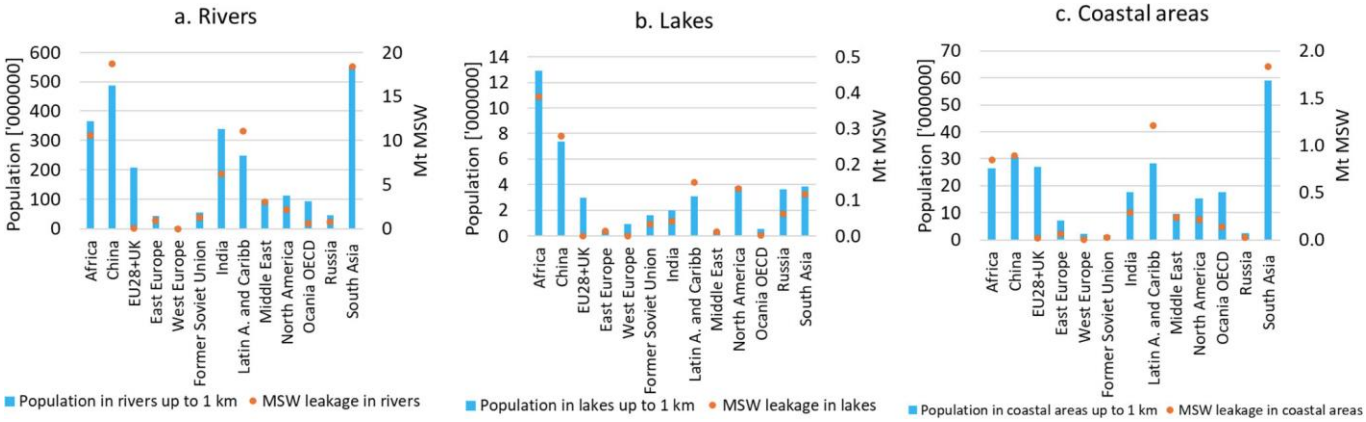


図２



１）[A], [B], [C]に当てはまる国名もしくは地域名を答えなさい。

２）また（　①　）～（　③　）に入る適切な語（句）を以下のあ～うから選び，記号で答えなさい。

あ　lakes　　い　coastal area　　う　rivers

［A］，［B］，［C］, Latin America and the Caribbean, and India account for 80% of MSW at risk of reaching（　①　）. This shows the urgency of increasing MSW collection and improving waste management systems in these regions. Our estimations suggest that at global level, 70% of the MSW reaching（　①　）is occurring in urban areas with low collection rates whereas the remaining 30% happens in rural areas.

Our results show that most of the scattered MSW in（　②　）hypothetically comes from ［B］ and Latin America and the Caribbean, contributing around 50% of the total. ［B］is the region with the highest population residing withing 1km of （　②　）and therefore special attention to reduce leakage in（　②　）should be paid in those regions.

Our results suggest that［A］and ［C］ are responsible for 55% of the assessed total MSW entering（　③　）. This is related to the fact that these two regions have the highest population residing in close vicinity (up to 1 km) to（　③　）among all regions and at the same time exhibit high quantities of scattered MSW.

問６．筆者はこの研究の結果について将来どのように役に立つと述べているか。本文に即して２点，それぞれ100字以内で説明しなさい。

4 この文章は「Microplastic pollution indexes in the coastal and open ocean areas around Japan」と題する論文の一部です。この英文を読んで質問に答えなさい。

The pollution risk index (PRI) was calculated as a function of Risk Index (the chemical toxicity coefficient per polymer type) weighted by the sampling site's MPs (microplastics) concentration. Here, larger PRI means that 1) plastics with higher risk exist or 2) plastics with low risk exist abundantly; So, we could recognize both factors abundance and polymer risk scores.

coefficient：係数
polymer：ポリマー
microplastic：マイクロプラスティック
abundantly：多量に

According to estimated PRI_{area} (pollution risk index in the sampling area) values registered in the inner bay (I-TK) and outer (O-TK) Tokyo Bay (Fig 1), this area classifies as high to very highly polluted area, respectively (Fig 2). In the case of ECS (East China Sea) and KO (transition region between Kuroshio and Oyashio currents), the values indicate a considerable pollution, and in O-Tokai (offshore area of the Tokai region), the pollution level was low (Fig. 2). Therefore, the PRI_{area} values decreased as follows: O-TK >I-TK >ECS >KO >O-Tokai. This trend is caused by the wide varieties of polymer types and their relatively higher concentration in the coastal area compared with the offshore area of Japan, except for O-Tokai. This result highlights the importance of considering the effect of hydrographic conditions such as stokes drift, tidal currents, and fronts on the distribution of floating MPs and its relevance on the resulting pollution indexes. Therefore, pollution index scores should be evaluated at different temporal scales when possible.

Kuroshio：黒潮
Oyashio：親潮
current：海流
hydrographic：海象
stokes drift：流体粒子が平均的に波の進行方向に輸送される現象
tidal currents：潮流

The variety of polymer types and the large amount of MPs boost the pollution level, being the coastal area of Japan more polluted than the offshore areas. Previous studies applying the same index for the river in the south of Japan registered similar values, with the highest values near ① (　　) and (　　) areas. Another study in sediment samples of the Karnaphuli River estuary in Bangladesh found a low to high pollution level, with the highest pollution level near a sewage outlet. Considering that 95% of the total plastic waste emitted to the environment remains lost on land, it is reasonable that those places near to land pollution sources are more threatened by MPs, and present higher pollution indexes.

sediment：沈殿物
Karnaphuli River：カルナプリー川
sewage：下水

MPs in ECS and the transition area between Kuroshio and Oyashio traveled via currents like MPs in the western North Pacific Ocean transported by Kuroshio current. Since some investigators suggested that biofilms promote fish MPs uptake, in remote regions like ECS and the transition area uptake might be enhanced, increasing the risks to organisms that ingest such MPs. Whereas, since MPs weathering enhanced the additives' leakage into the ocean, toxicology due to additives might decrease while traveling. Considering that toxicity may increase in the natural environment due to the adsorption of POPs (adsorbed

biofilm：バイオフィルム（細菌が形成する粘着性生体膜）
weathering：風化
additive：添加物

persistent organic pollutants) to MPs' surface, MPs could work as a sink and source of toxic chemicals. Furthermore, because additives accumulate in fish bodies differently from each other depending on chemical properties, types of additives were also important to assess the risk due to MPs. In this perspective, because polymer-type-based assessment does not consider adsorbed pollutants, additives, or biofilm presence, the pollution level indexes based on risk scores are expected to change the same in the natural environment. Therefore, polymer-type-based assessment is prone to underestimate the risk due to MPs and may present uncertainties because of ②MPs' behavior in the natural environment. Further discussions considering weathering, biofilms, and adsorption of chemicals to MPs should be considered in the future to better understand these pollutant behaviors and their impact on the environment. Being aware of the limitations of this study, applying a precautionary approach to avoid further MPs contamination is recommended to avoid a potential impact on marine organisms.

adsorption：吸着性
adsorb：吸着する
sink：たまり場
precautionary：予防の

Numerous researchers have recognized the complex nature of microplastic risk assessment, which requires consideration of both chemical compositions and the physical effects of the particles. While it is undeniably important to evaluate exposure levels to MPs and establish threshold effects to assess risks to organisms, challenges arise when attempting to evaluate the environmental risks associated with various types of additives and polymer compositions mentioned above. To address ③this complexity, ④a simplified assessment approach has been proposed. For example, the pollution index assessment methods employed in this study were adapted from those initially developed for assessing risks associated with heavy metals in rivers. Focusing on larger microplastics (MPs), the technique offers the advantage of rapidly screening potential risks based on pollution levels.

undeniably：紛れもなく
threshold effects：閾値（いきち）効果。ある値以上で効果が現れ，それ以下では効果が現れないこと。

Understanding the current and future scenario for plastic pollution is necessary to address this environmental issue and develop relevant policies. Previous studies predicted that the MPs' abundance for 2030 (2060) will be double (four times larger than) than in 2016 during the summer season. So, the pollution level indexes were recalculated according to these predictions, assuming that the polymer type composition remains constant during the prediction period. The estimated pollution levels for 2030 (and 2060) were double (four times larger) than those estimated in this study; the maximum value was 2710 (5420) for O-TK, and the minimum value was 76 (152) for O-Tokai (Fig. 3). Notably, values in ECS and KO exceed 600 (Fig. 3), indicating high and very high pollution levels for years 2030 and 2060, respectively. Furthermore, the pollution levels are expected to reach and exceed very high values in the I-TK, whereas in KO and ECS is not expected to happen until 2060 (Fig. 3). ⑤According to these results, (　　⑤　　).

Figure 1: Geographical positioning of the designated study sites

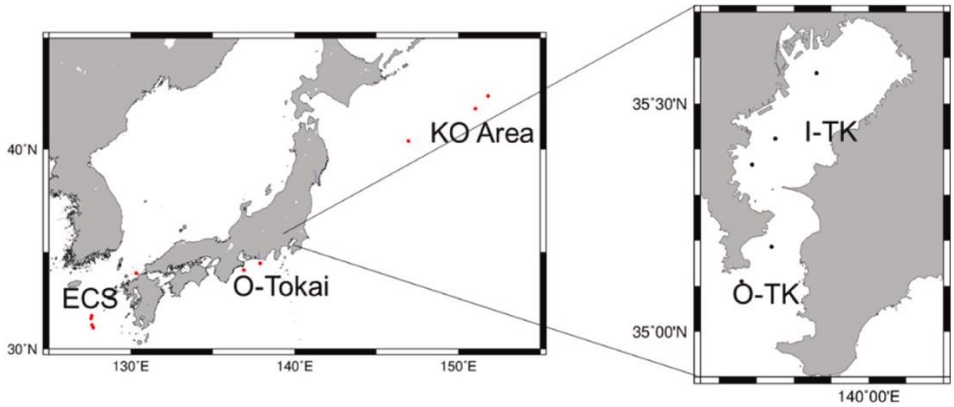


Figure 2: Estimated PRI_{area} at each study area

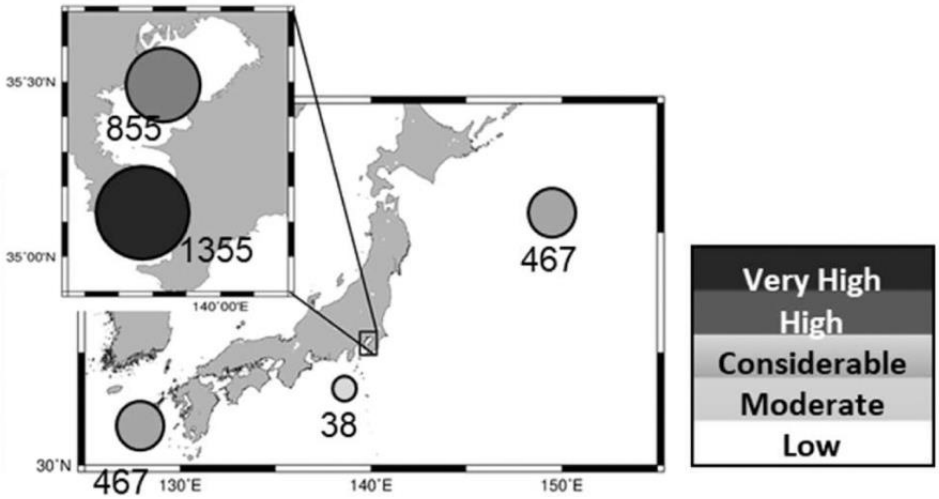
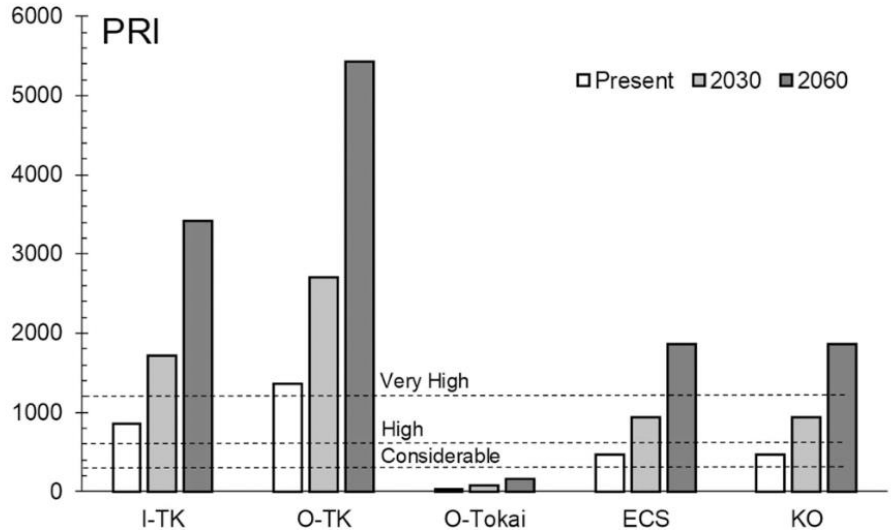


Figure: 3: Pollution risk index (PRI_{area}) for each study area based on present and predicted (2030 and 2060) MPs concentrations values



出典：Regional Studies in Marine Science 2024年（一部改変）(Reprinted from Regional Studies in Marine Science, Vol. 69, by Haruka Nakano, María Belén Alfonso, Suppakan Jandang, Keiri Imai,Hisayuki Arakawa, "Microplastic pollution indexes in the coastal and open ocean areas around Japan", 2024, with permission from Elsevier.)

問 1.　下線部①の空欄に入る適切な語を下から 2 つ選び，記号で答えなさい。

（ア）rural　　（イ）urban　　（ウ）residential　　（エ）forest

問 2.　下線部②は何を指すか，本文に即して 3 点述べなさい。

問 3.　下線部③，④はそれぞれ何を指しているか，本文に即して具体的に説明しなさい。

問 4.　本文の趣旨から判断して適切な英文（25 語以内）を空欄⑤に入れなさい。その際，"urgent measures"（measures：措置），"avoid"，"Japan’s coastal and offshore areas"を必ず入れて下線を引くこと。

———このページは白紙———

令和７年度
ＡＯ入試問題集
（医学部保健学科）

公表期限：2028 年 3 月末

東北大学アドミッション機構

令和７年度（2025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６年11月２日

志願学部／学科／専攻	試験時間	ページ数
医学部保健学科 看護学専攻	9：30～10：30 （60分）	5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５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。

A3

―――このページは白紙―――

$\boxed{1}$ 以下の問いに答えよ。

(1) 三角形ABCにおいて，AB $= 12$，BC $= 13$，CA $= 14$ とし，$\angle$A の二等分線が辺BCと交わる点をDとする。線分ADの長さを求めよ。

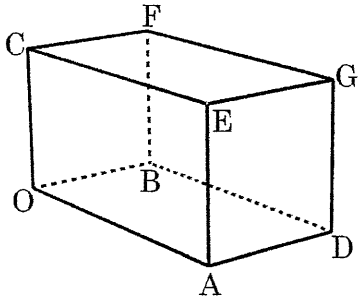
(2) 次の連立方程式を解け。

$$\begin{cases} xy = 1 \\ x^2 + y^2 = 4 \end{cases}$$

(3) x についての不等式 $|2x-1| \leqq mx + m - 1$ が実数解をもつように，正の定数 m の値の範囲を定めよ。

A3

$\boxed{2}$ 右図のように，OA = 2，OB = OC = 1 の直方体 OADB−CEGF がある。線分 EF の中点を M，線分 OM と線分 CD の交点を P，頂点 C から平面 OFM に下ろした垂線と OFM との交点を H とする。$\overrightarrow{OA} = \vec{a}$，$\overrightarrow{OB} = \vec{b}$，$\overrightarrow{OC} = \vec{c}$ とおく。以下の問いに答えよ。



(1) $\overrightarrow{OP}$ を $\vec{a}$，$\vec{b}$，$\vec{c}$ を用いて表せ。 また，OP : PM を求めよ。

(2) $\overrightarrow{OH}$ を $\vec{a}$，$\vec{b}$，$\vec{c}$ を用いて表せ。また，点 H は平面 OFM 上のどのような位置にあるか。

(3) 三角形 OFM の面積 S を求めよ。

(4) 三角錐 OCFP の体積 V を求めよ。

A3

令和７年度（2025 年度）東北大学

ＡＯ入試（総合型選抜）Ⅱ期

筆記試験②　封筒

令和６年 11 月２日

志願学部／学科／専攻	試験時間	問題冊子数
医学部保健学科 看護学専攻	13：00～15：00 （120 分）	３冊

注　意　事　項

1. **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。**
2. この封筒には，「問題冊子」３冊，「解答用紙」３種類，「メモ用紙」２枚が入っています。
3. 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

4. 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。
5. 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。
6. 「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。**
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」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。

B3

令和７年度（2025 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６年 11 月２日

志願学部／学科／専攻	試験時間	ページ数
医学部保健学科 看護学専攻	13：00～15：00 （120 分）	11 ページ

B3

1 図１のように，長さ $2L$ の細い円筒内に，ばね定数 k，自然長 $2L$ のばねを入れ，ばねの一端を円筒の左端に固定し，他端に質量 m の小物体Ａを取り付けた。小物体Ａは円筒のなめらかな内面に接しながら運動することができ，円筒は変形することなく，小物体Ａの運動とばねの縮みを円筒に沿った方向に限定する役割をもつ。また，円筒は密閉されておらず，気体の圧力による力は考えなくてよい。小物体Ａの大きさや円筒の太さ，円筒やばねの質量，摩擦や空気抵抗は無視できるものとし，重力加速度の大きさを g とする。小物体Ａの運動は，ばねが完全に縮む場合はその直前までを考える。

以下の問１～３に答えよ。解答は解答用紙の所定の場所に記入せよ。また，結果だけでなく，考え方や計算の過程も示せ。

問１　図２のように，小物体Ａとばねが入った円筒を，ばねの固定された面を下にして水平面に垂直に置くと，小物体Ａはばねが L だけ縮んだ位置で静止した。

(a) ばね定数 k を，m，g，L を用いて表せ。

(b) 小物体Ａを，外力を加えてばねの自然長の位置まで静かに持ち上げる。このときの外力のした仕事 W を，m，g，L を用いて表せ。

(c) ばねの自然長の位置から小物体Ａを静かにはなすと，小物体は動き始めてばねが自然長から L だけ縮んだ位置を通過した。このときの小物体Ａの速さ v を，m，g，L の中から必要なものを用いて表せ。

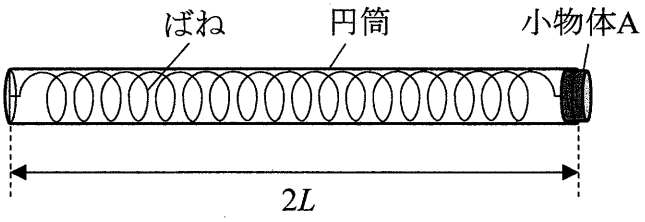


図１

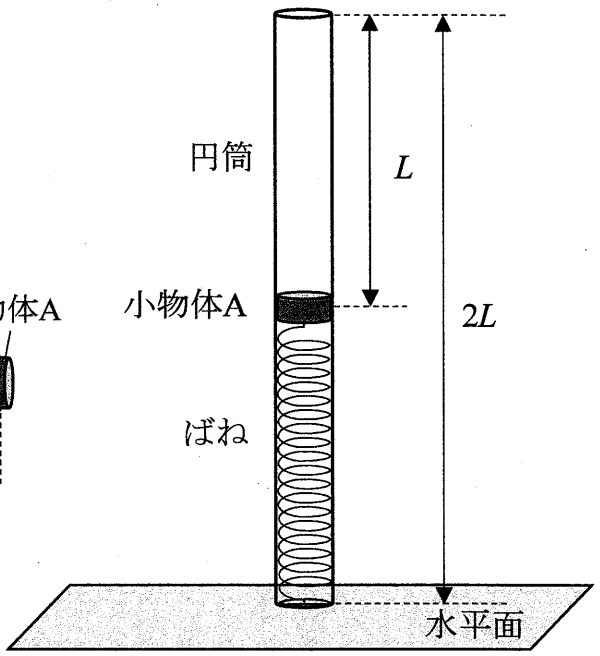


図２

問２　次に，図３のように，鉛直面に水平面からの高さが $2L$ の位置に細い軸を取り付け，その軸に円筒の上端を取り付けて，小物体Ａをばねの縮みが L の位置に静止させた。円筒の下端は水平面からわずかに離れており，円筒は小物体Ａとともに軸を中心に鉛直面に沿ってなめらかに回転できる。軸の位置を原点Ｏとして，水平に右向きを正として x 軸を，鉛直に上向きを正として y 軸をとる。力積および力の x 成分，y 成分の正の向きはそれぞれ x 軸，y 軸の正の向きとする。

その後，質量 M の小物体Ｂを，水平面上で x 軸の正の向きに速さ V で円筒の下端に衝突させた。衝突後，小物体Ｂは静止した。衝突において小物体Ｂが円筒に接していた時間は，その時間内での円筒の動きが無視できるほど短く，その微小な時間を Δt とする。

(a) 衝突で小物体Ｂが受けた力積の x 成分 I および平均の力の x 成分 $\overline{F}$ を，それぞれ M，V，Δt の中から必要なものを用いて表せ。

(b) 衝突で小物体Ａが受けた平均の力の x 成分 $\overline{f}$ を，M, V, Δt を用いて表せ。

(c) 衝突直後の小物体Ａの速さ v' を，M，m，V を用いて表せ。

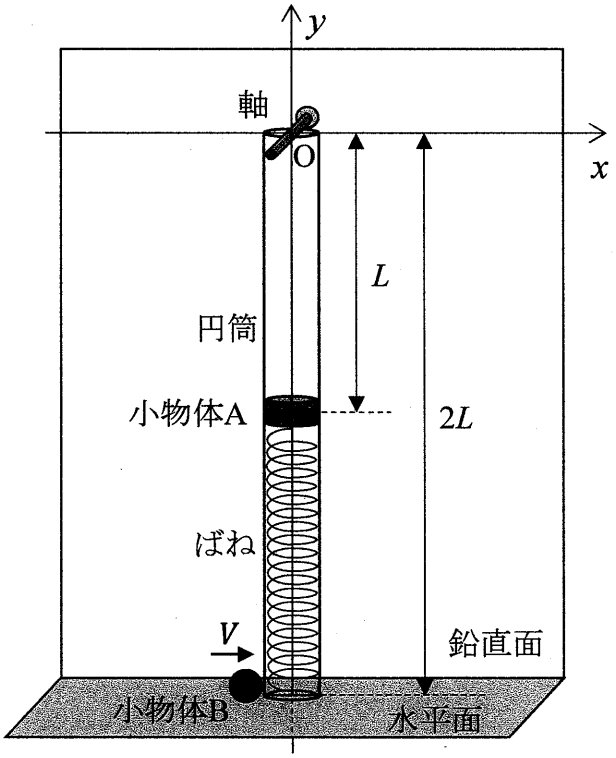


図３

問３　問２の小物体 B の衝突の後，静止した小物体 B を取り除いた。その後，図４のように小物体 A は初速度 v' で円筒とともに，y 座標が $y=-L$ の直線上を運動し始めた。

(a) 小物体 A の x 座標が x_A のときに，小物体 A にはたらく力の x 成分 F_x および y 成分 F_y を，それぞれ x_A，m，k，L の中から必要なものを用いて表せ。

(b) 時間が経過すると，円筒の振れは最大となり，一瞬静止して戻り始めた。円筒が振れ始めてから最初に振れが最大になるまでに要した時間 t および振れが最大となったときの小物体 A の x 座標 X を，それぞれ m，k，v'，L の中から必要なものを用いて表せ。

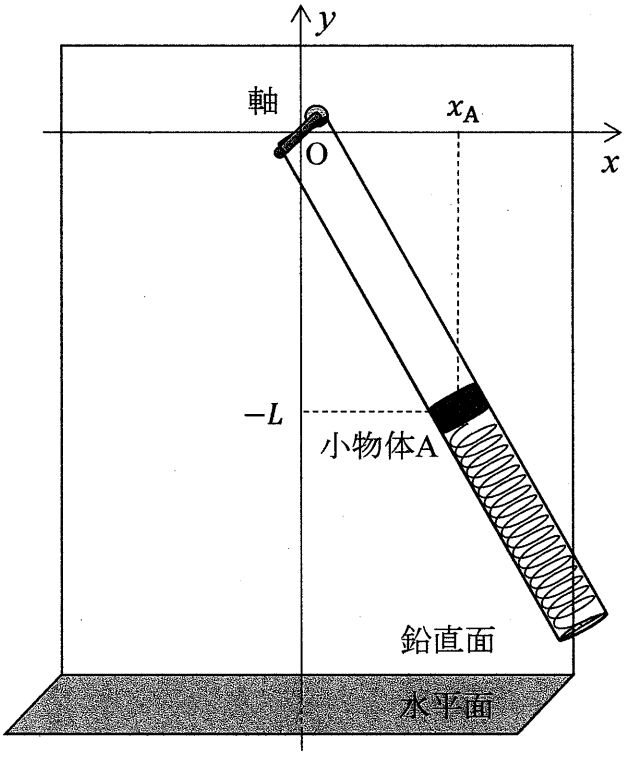


図４

2 水面を伝わる波は，媒質となる水の水深により波の速さが異なる。水深の異なる領域Ⅰから領域Ⅱに入射する水面を伝わる波について考える。媒質となる水の流れはなく，領域Ⅰと領域Ⅱの波の速さはそれぞれ V_1，V_2 ($V_2 < V_1$)である。なお，２つの領域の境界面は平面で，境界面で反射する波は考えない。

以下の問１，２に答えよ。解答は解答用紙の所定の場所に記入せよ。また，結果だけでなく，考え方や計算の過程も示せ。

問１　図１のように，領域Ⅰにおける波長が λ_1 の平面波が，領域Ⅰから入射角 θ_1 で境界面に入射し，屈折角 θ_2 で屈折して領域Ⅱに進行した。領域Ⅰから領域Ⅱに進行する波の進む向きを示す線（射線）を矢印のついた破線で示し，領域Ⅰでの波面の一部を実線で示している。水面を伝わる波の領域Ⅰに対する領域Ⅱの屈折率（相対屈折率）n を

$$n = \frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2}$$

と定義する。

(a) 波面①，波面②，波面③の領域Ⅱにおける様子を解答用紙の図に描き入れ，特徴的な角度を記入せよ。

(b) 描いた図から，領域Ⅱの波長 λ_2 を，λ_1，n を用いて表せ。

(c) V_2 を，V_1，n を用いて表せ。

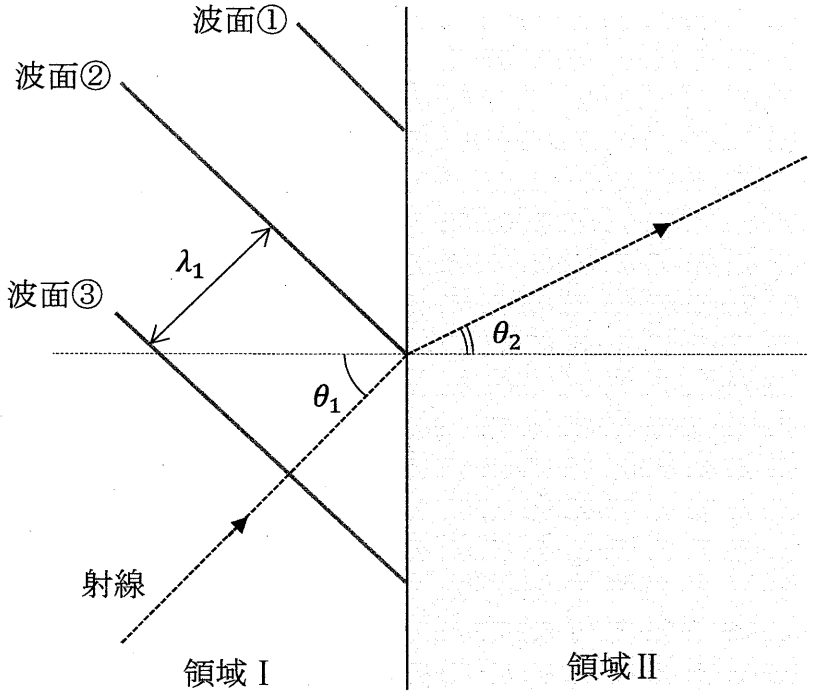


図１

問２　問１と同じ領域Ｉと領域IIがあり，図２のように，領域の境界に２つのスリット S_1, S_2 のある厚さの無視できるうすい壁を置き，領域II内でスリットから L だけ離れた位置に境界と平行にもう１つの壁Ｗを置いた。２つのスリットの間隔は D で，その二等分線（中心軸）と壁Ｗとの交点を原点Ｏとして壁Ｗに沿って x 軸をとる。x 軸の正の向きは S_2 から S_1 の向きとする。２つの領域，２つの壁は，x 軸に沿った方向には十分な広がりがある。壁Ｗ上の x 座標が X にある点をＰとする。水面を伝わる波の領域Ｉに対する領域IIの屈折率は n である。

領域Ｉからスリットに向かって波長 λ_1 の平面波を中心軸に平行に入射すると，領域IIで２つのスリットから生じた円形波が干渉した。

(a)　スリット S_1，S_2 から生じた波が，点Ｐにおいて同位相で重なり強め合った。そのときの条件式を，D, L, X, λ_1, n および整数 m $(m = 0, \pm1, \pm2, \pm3, \cdots)$ を用いて表せ。

(b)　問２(a)の条件式を満たす点の数は有限である。$D = 4\lambda_1$，$n = 1.4$ のときの強め合う点の数を，数値で答えよ。

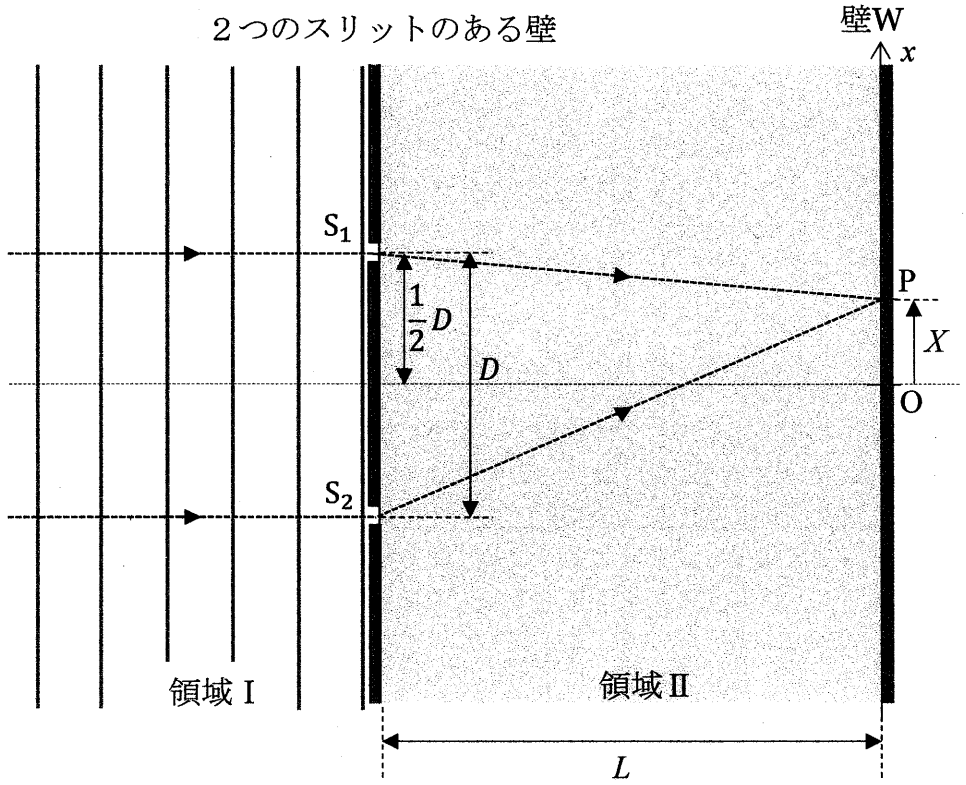


図２

3 導体棒に電流を流す場合について考える。導体棒は抵抗率 ρ の一様な材質でできており，導体内のキャリア（電流の担い手）は電気量 $-e$ の自由電子で，単位体積あたりの数は n である。導体棒の両端に電圧を加えると，自由電子は導体棒内の電場（電界）から力を受け，加速されて進む。自由電子は導体棒内の金属イオン等との衝突により速さに比例する抵抗力を受け，やがて電場から受ける力と抵抗力とがつり合って，一定の速さで移動するようになる。この抵抗力の大きさは自由電子の速さ v に比例し，kv（k は正の比例定数）で表されるものとする。

以下の問１～３に答えよ。解答は解答用紙の所定の場所に記入せよ。また，結果だけでなく，考え方や計算の過程も示せ。

問１　図１のように，長さ L，縦幅 D，奥行き W の直方体の導体棒の両端の点 a と点 b の間に電圧 V を加えると，自由電子は一定の速さ v で移動し，大きさ I の電流が流れた。導体棒に沿って右向きを正として x 軸を，奥行き方向を正として y 軸を，上方向を正として z 軸を取り，導体棒の左端手前下を原点 O とする。

(a) この導体棒の両端 ab 間の抵抗値 R を，ρ，L，D，W を用いて表せ。

(b) 導体棒内の電場は一様であるので，電場の強さは $\dfrac{V}{L}$ となる。また，電流の大きさは，単位時間あたりに導体棒の断面を通過する電気量の大きさであるので，$I = envDW$ と表される。これらのことを用いて，比例定数 k を，ρ，e，n を用いて表せ。

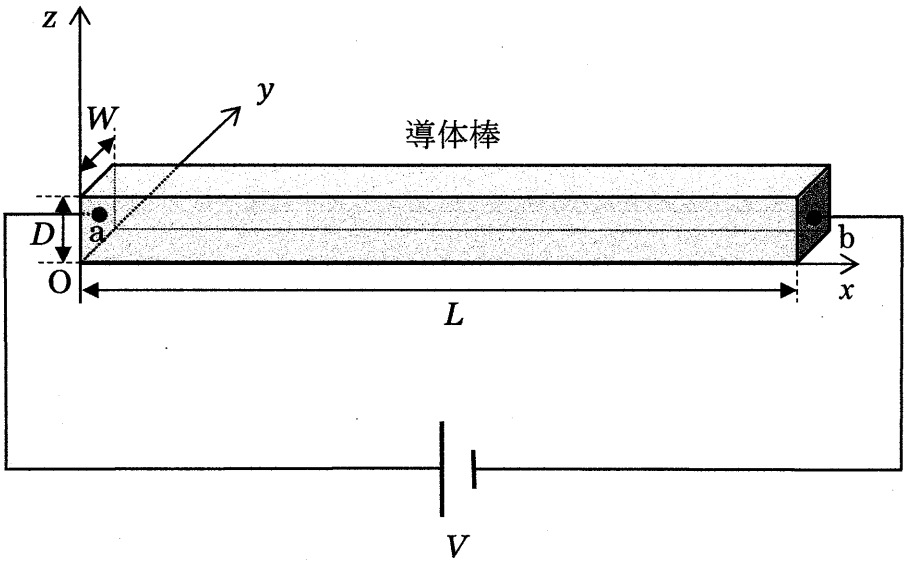


図１

問２　問１において，自由電子が受ける抵抗力により，導体棒に電流が流れることで熱が発生した。自由電子が導体棒内の電場から受ける力によってされる仕事のすべてが，抵抗力により熱に変換されると仮定する。

(a)　１つの自由電子が，時間 t の間に導体棒内の電場から受ける力によってされる仕事 w を，e，v，L，D，W，V，t の中から必要なものを用いて表せ。ただし，考えている自由電子は，時間 t での移動距離が L に比べて十分短く，導体棒内から出ないものとする。

(b)　導体棒の中に含まれる自由電子の総数 N を，n，v，L，D，W の中から必要なものを用いて表せ。

(c)　抵抗力により，時間 t の間に導体棒全体で生じる熱量 Q を，e，n，v，L，D，W，V，t の中から必要なものを用いて表せ。

問３　次に，図２のように，図１の電流が流れている導体棒に，y 軸の正の向きに磁束密度 B の一様な磁場（磁界）を加えた。導体棒内を移動する自由電子は，磁場からローレンツ力を受けることで自由電子の分布に偏りが生じる。この偏りによって導体棒内に z 軸に平行な向きに電場が生じ，導体棒の下面と上面の間に電圧が生じた（ホール効果）。この z 軸に平行な向きに生じた電場から自由電子が受ける力と，磁場によるローレンツ力がつり合うことで，自由電子は磁場を加える前と変わらず x 軸に平行な向きに速さ v で移動し，導体棒には大きさ I の電流が流れた。同じ x 座標にある導体棒の上面の点 p と下面の点 q の間の電圧の大きさを測定すると V_z であった。

(a) 自由電子が受けるローレンツ力の大きさ f を，e，v，B を用いて表し，この力の z 成分の向きを，正，負どちらかで答えよ。

(b) 点 p と点 q で電位の高い方を，p，q のどちらかで答え，また，単位体積あたりの自由電子の数 n を，e，ρ，L，D，V，B，V_z を用いて表せ。

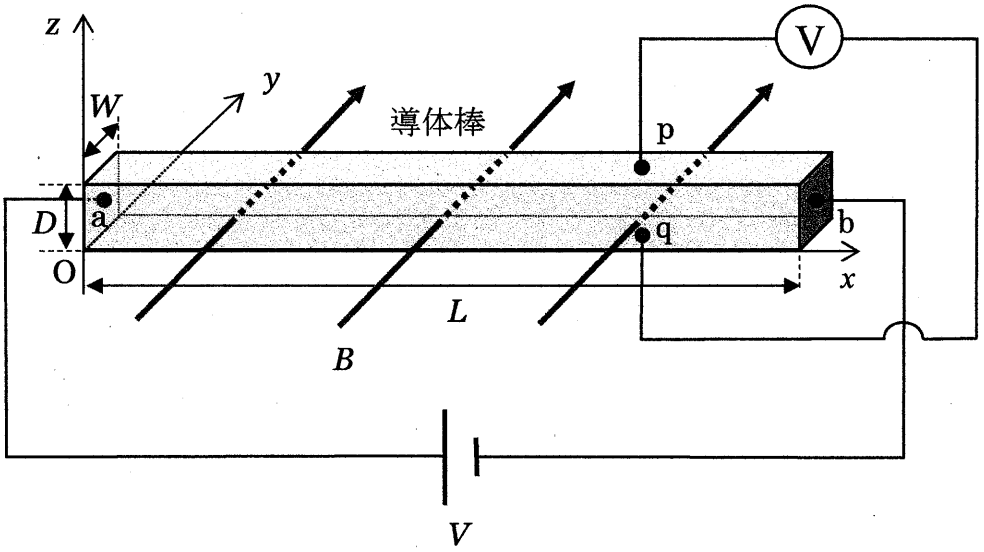


図２

令和７年度（2025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６年11月２日

志願学部／学科	試験時間	ページ数
医学部 保健学科 看護学専攻	13：00～15：00 （120分）	18ページ

B34

必要があれば次の数値を用いなさい。

気体定数： 8.3×10^{3} Pa·L/(mol·K)　　絶対零度：　−273 ℃

アボガドロ定数： 6.0×10^{23} /mol

原子量： H = 1.0　N = 14.0　Mg = 24.3　Cl = 35.5

1 次の文章〔Ⅰ〕と〔Ⅱ〕を読み，問1から問7に答えなさい。

〔Ⅰ〕 イオン化エネルギーを同族元素で比較すると，一般に原子番号が大きいものほどイオン化エネルギーが小さく，たとえば，アルカリ金属元素の場合は Li ＞ Na ＞ K ＞ Rb ＞ Cs である。したがって，ここに示したアルカリ金属元素の中で最も陽イオンになりやすく，その単体の反応性が高い元素は［ア］である。また，同周期の元素で比較すると最もイオン化エネルギーが大きいのは［イ］元素である。［イ］元素の原子の価電子は［ウ］個であり，きわめて安定で化合物を作りにくい。イオン化エネルギーは原子の陽性の強さを知る上で重要な指標であるが，a) 水溶液中における金属の反応性についてはイオン化エネルギーの値だけから推測することはできない。一方，電子親和力は，その値が大きい原子ほど電子を受け取って安定化しやすく，17 族元素で大きな値となっている。

イオン化エネルギーと電子親和力という２つのエネルギーは，原子と電子の親和性に関わるものであり，その大きさは個々の原子で異なっている。このことは，原子どうしの結合において，結合に関与する電子を引き付ける強さが原子によって異なるということを示唆している。b) 原子が共有電子対を引き付ける強さの尺度として電気陰性度がある。

問１　空欄［ア］にあてはまる元素の名称，空欄［イ］にあてはまる周期表の族の名称をそれぞれ書きなさい。また，空欄［ウ］にあてはまる数字を０から８より１つ選んで解答欄の数字を○で囲みなさい。

問２　イオン化エネルギーについて述べた文として，その内容が誤っているものを①から⑤よりすべて選んで解答欄の番号を○で囲みなさい。

① 原子が最外殻電子を１個取り去られるときに放出するエネルギーである。

② イオン化エネルギーが大きいほど陽イオンになりにくい。

③ ナトリウム原子のイオン化エネルギーを Q〔kJ/mol〕とすると次式のように表される。　$Na(固) \rightarrow Na^{+}(気) + e^{-}$　$\Delta H = Q$〔kJ/mol〕

④ 一般に電子親和力が大きい原子ほど，イオン化エネルギーが小さい傾向がある。

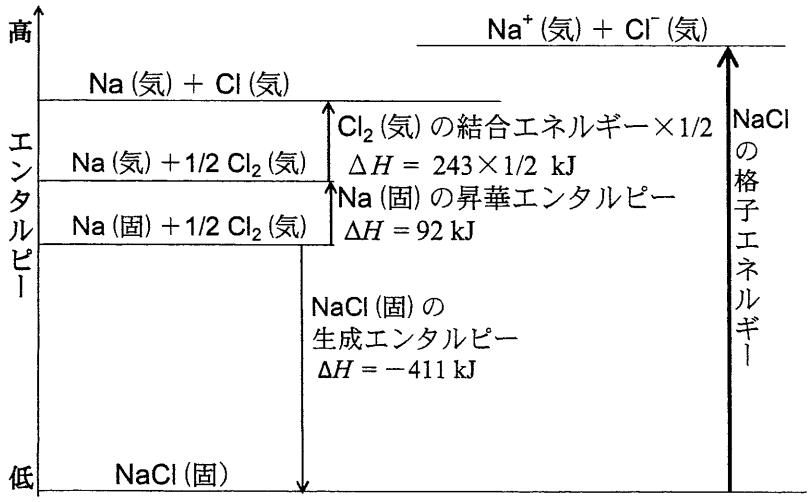
⑤ 水素とリチウムのイオン化エネルギーを比較すると水素の方が大きい。

問３　1 mol のイオン結晶のイオン結合を切断して，ばらばらのイオン（気体）にするのに必要なエネルギーを格子エネルギーという。格子エネルギーを直接測定するのは困難であるが，ヘスの法則を利用すると既知の測定値を利用して計算で求めることができる。下に示す気体の Na 原子のイオン化エネルギーと気体の Cl 原子の電子親和力，およびいくつかの過程のエンタルピーの変化を表す図を用いて，塩化ナトリウム NaCl の格子エネルギー〔kJ/mol〕を求め，その数値の小数第１位を四捨五入して整数で答えなさい。

Na (気) のイオン化エネルギー　496 kJ/mol　$\Delta H = 496$ kJ/mol

Cl (気) の電子親和力　349 kJ/mol　$\Delta H = -349$ kJ/mol　（＊注１）

（＊注１）　電子親和力は原子が電子を１個受け取ったとき放出するエネルギーなので ΔH の符号は逆になる



問４　下線部 a)について，次の(1)と(2)に答えなさい。

(1)　単体の金属（固体）が水溶液中で電子を放出して陽イオンになろうとする性質のことを金属の［　エ　］という。空欄［　エ　］にあてはまる語句を 6 文字で書きなさい。

(2)　①から③のような組み合わせで金属イオンを含む水溶液に金属の単体を浸したとき，変化がみられる場合はその変化をイオン反応式で書きなさい。変化が起こらない場合は解答欄に×を書きなさい。

① 硝酸銀水溶液に銅を入れた
② 硫酸亜鉛水溶液に銅を入れた
③ 硫酸銅（Ⅱ）水溶液に亜鉛を入れた

問５　下線部 b)について，次の(1)と(2)に答えなさい。ただし，各原子の電気陰性度の値は次のとおりとする。

H：2.2　C：2.6　N：3.0　O：3.4　F：4.0　Cl：3.2

(1)　①から⑤の結合のうち，結合の極性が最小であるものを選んで解答欄の番号を○で囲みなさい。

① C−H　② N−H　③ O−H　④ F−H　⑤ Cl−H

(2)　①から⑥の分子のうち，個々の原子間の結合には極性があるが，分子全体としては無極性分子となるものを３つ選んで解答欄の番号を○で囲みなさい。

① NH_3　② CH_4　③ CCl_4　④ H_2　⑤ H_2O　⑥ CO_2

〔Ⅱ〕　実験書に掲載されていた『気体の分子量の測定』の**<実験の手順>**に従い，ヘキサン(沸点 69 ℃)の分子量を求める実験を行い，実験で得られた分子量の値と分子式 C_6H_{14} から得られる分子量 86.0 という値を比較することで，その方法の妥当性を検討することにした。実験はすべて大気中で行い，大気圧は 1.00×10^5 Pa であった。断りがない限り，丸底フラスコ内の気体の温度は，水浴に浸けているときは水浴の温度に等しく，水浴に浸けていないときは室温に等しいとする。なお，水浴には加熱装置がついており，80 ℃以上の一定温度に保たれ，室温は 20.0 ℃であった。また，丸底フラスコの容積は 360 mL であり，温度による容積変化は無視してよく，実験を通して容積は一定であるとする。気体はすべて理想気体としてふるまうものとする。

<実験の手順>

(ⅰ)　乾いた空の丸底フラスコにアルミニウム箔と輪ゴムを載せたもの(図 1)を準備して，その全体（丸底フラスコ，アルミニウム箔および輪ゴム）の質量〔g〕を測定し，w_1 として記録した。

(ⅱ)　丸底フラスコに約 8 mL の液体のヘキサンを入れ，アルミニウム箔で丸底フラスコの口を覆い，輪ゴムでとめ，アルミニウム箔には針で小さな穴をあけた。

(ⅲ)　(ⅱ)の丸底フラスコを一定温度に保った水浴に深く沈めて固定し，加熱した(図 2)。

(ⅳ)　丸底フラスコ内のヘキサン（液体）が全部蒸発したのち，2,3 分そのまま放置して水浴に浸けた温度計の値が一定になっていることを確認してから目盛りを読んだところ，87.0 ℃であった。

(ⅴ)　丸底フラスコを水浴から取り出し，外側についている水をふき取り，室温まで十分に放冷したところ，ヘキサンの凝縮が観察された(図 3)。この状態の全体（アルミニウム箔と輪ゴムを付けたままの丸底フラスコ）の質量〔g〕を測定し，w_2 として記録した。

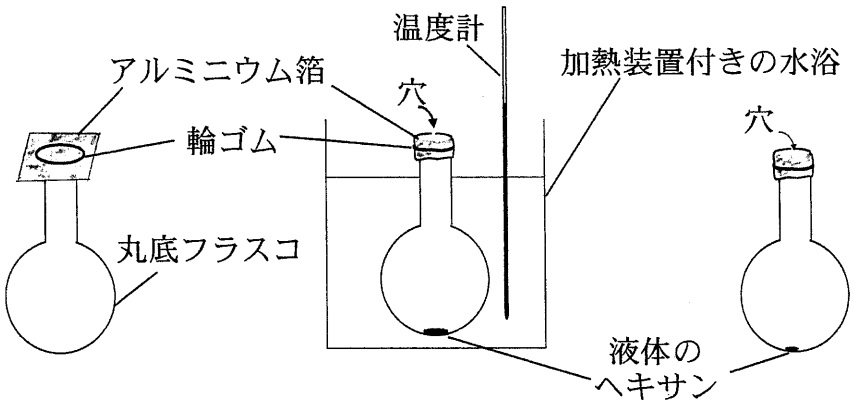


図1　　図2　　図3

問6　実験の開始から終了までの丸底フラスコ内の気体の様子を図 4-1 から図 4-6 に模式的に表した。図中の小さい点(・)は空気を構成する分子を表しており，大きい点(●)はヘキサン分子を表している。

図 4-1 は図 1 の状態を表しており，ここで質量測定してから液体のヘキサンを加えて加熱を始める。加熱を続けると図 4-2 から図 4-3 のように液体のヘキサンが徐々に蒸発して気体となり，アルミニウム箔の穴から空気が押し出され，余分なヘキサン蒸気も穴から出ていく。ついには図 4-4 のように液体のヘキサンがすべて蒸発して丸底フラスコ内がヘキサン蒸気のみで満たされる。**実験の手順**（iv）に相当するのが図 4-4 であり，この状態に気体の状態方程式を適用する。

室温まで放冷する過程で図 4-5 のようにヘキサンが凝縮するとともに空気が丸底フラスコ内にもどり，最終的に丸底フラスコ内が室温と同じ温度になる(図4-6)。図 4-6 が図 3 の状態を表している。図 4-6 に示したように室温でもヘキサンの一部は気体となっており，液体との間に気液平衡が成立しているとする。以上を踏まえて，(1)と(2)に答えなさい。ただし，ヘキサンの蒸気圧は 20 ℃で 2.00×10^4 Pa とする。

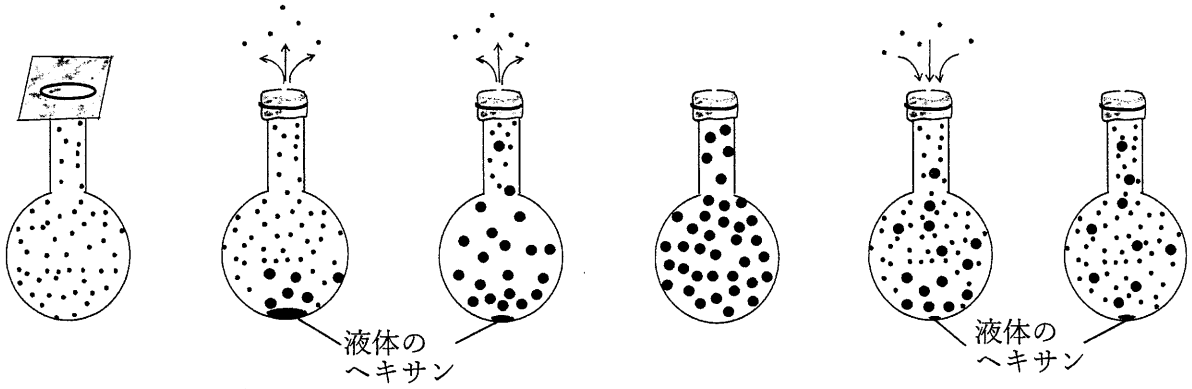


図 4-1　図 4-2　図 4-3　図 4-4　図 4-5　図 4-6

(1)　20 ℃でのヘキサンの蒸気圧 2.00×10^4 Pa と等しい圧力の 20 ℃の空気 360 mL の質量〔g〕を求め，その数値を有効数字 2 桁で書きなさい。ただし，20 ℃，1.00×10^5 Pa の条件下で，360 mL の空気の質量は 0.430 g とする。

(2)　実験の結果，$w_2 - w_1$ ＝ 0.96 g であった。20 ℃でのヘキサンの蒸気圧の値を考慮して，ヘキサンの分子量を求めたい。ヘキサンのモル質量を M〔g/mol〕として，M を求めるための式を以下のように立てた。空欄 [オ]，[カ] および [キ] に，問題文中に示された数値や問いの答えの数値のうち，適切なものを入れて式を完成させなさい。なお，図 3 において液体のヘキサンの体積は無視してよい。また，計算して得られたモル質量 M〔g/mol〕の値を [ク] に有効数字 2 桁で書きなさい。

$$M = \frac{(0.96 + \boxed{\text{オ}}) \times 8.3 \times 10^3 \times (273 + \boxed{\text{カ}})}{\boxed{\text{キ}} \times 360 \times 10^{-3}} \ \text{g/mol}$$

上式を計算して　M ＝ [ク] g/mol

問7 次の（1）または（2）のように部分的に**＜実験の手順＞**どおりの操作を行わなかったとする。

(1) 手順（ⅳ）において，丸底フラスコ内にヘキサンの液体がほんのわずかに残っていたが，温度計の目盛りを読んで，手順（ⅴ）に進んだ。この操作以外はすべて**＜実験の手順＞**どおりに行った。

(2) 手順（ⅴ）において，水浴から丸底フラスコを引きあげたあと，丸底フラスコを氷水につけて十分に冷却し，ヘキサン蒸気が凝縮したことを確認後，まわりの水をふき取り，すぐにこの状態の全体の質量〔g〕を測定し，その値を w_2 として記録した。このとき丸底フラスコは室温よりも冷たく，内部の気体の温度も室温より低かった。この操作以外はすべて**＜実験の手順＞**どおりに行った。

(1)，(2)のそれぞれについて，**＜実験の手順＞**どおりに操作したときと比べて値が変化する可能性のあるものを①から⑤よりすべて選んで，解答欄の番号を○で囲みなさい。ただし，図3は，(1)においては手順（ⅴ）のとおり室温まで十分に放冷した状態を表しており，(2)においては氷水から丸底フラスコを引き上げてまわりの水をふき取ってすぐの状態を表していることとする。また，図3において，丸底フラスコ内に存在する液体のヘキサンの体積はその増減に関わらず無視することができ，丸底フラスコ内の気体の体積は常に 360 mL とする。

① 図3の全体の質量（w_2〔g〕）の値
② 図3のときのヘキサンの蒸気圧の値
③ 図3の丸底フラスコ内に含まれる空気の質量の値
④ 図3の丸底フラスコ内に含まれるヘキサンの質量の値
⑤ 図3の丸底フラスコ内の酸素分圧の値

2 次の文章〔Ⅰ〕から〔Ⅲ〕を読み，問1から問10に答えなさい。

〔Ⅰ〕 炭素およびケイ素は14族に属する非金属元素である。同じ元素の単体であるが，互いに性質が異なる物質を［ア］という。炭素の単体には多くの［ア］があり，その一つであるダイヤモンドは［イ］を吸収しないために無色透明である。炭素の別の［ア］である［ウ］は，多数の炭素原子が正六角形型に平面状に敷き詰められた層が分子間力によって引き合い，積み重なった構造をとる黒色の固体である。［ウ］の層一枚のみからなる炭素の［ア］も存在し，これは［エ］と呼ばれる。さらに，炭素の［ア］には，C_{60}，C_{70}などの分子式をもつ球状分子もあり，これらは［オ］と呼ばれる。炭素原子およびケイ素原子はともに最外殻に［A］個の電子をもち，この電子を用いて水素原子やハロゲン原子との間に共有結合を形成する。

一方，同じ14族に属するが，金属元素に分類される元素としてスズおよび鉛がある。スズの合金の1つである［カ］は，融点が低いため金属の接合剤として用いられる。以前は［カ］として，スズとともに鉛を含む合金が用いられていたが，a)<u>最近では鉛を含まない合金が実用化され用いられるようになっている</u>。鉛の化合物の中で，白色の硫酸塩や黒色の硫化物などは酸化数［B］の鉛を含んでいる。一方，赤色顔料の鉛丹の主成分となっている鉛の酸化物のように，酸化数［B］と［C］の2種類の鉛イオンを含む化合物も存在する。

問1　空欄［ア］から［カ］に入る最も適切な語句を書きなさい。

問2　空欄［A］から［C］に入る適切な数字を書きなさい。必要なら＋，－の符号を付けなさい。

問3　下線部a)において，鉛を含まない合金が用いられるようになった理由を15文字以内で書きなさい。

問４　元素や原子に関する次の記述の中から正しいものをすべて選び，解答欄の記号を○で囲みなさい。

(a) すべての元素のすべての安定な同位体の原子は，必ず電子，陽子および中性子を含んでいる。

(b) 現在の周期表中では，元素は原子量が増加する順番に並んでいる。

(c) 族番号が 12 よりも小さい元素の中に，金属元素でない元素が存在する。

(d) 現在では，質量数 12 の炭素原子 ^{12}C が正確に 12 g あるとき，その中に含まれる ^{12}C の数と等しい数の集団のことを 1 mol と定義している。

(e) 第 2 周期で 1 族から 17 族に属する元素では，原子番号が大きくなるほど原子半径は増加する。

(f) 同じ電子配置をもつ単原子イオンである O^{2-}，F^{-}，Na^{+}，Mg^{2+}および Al^{3+}では，原子番号が大きくなるほどイオンの大きさは小さくなる。

〔Ⅱ〕 鉄のシュウ酸塩 $Fe_2(C_2O_4)_3 \cdot 6H_2O$ と b) ヘキサシアニド鉄(III)酸カリウムを水に溶かした溶液に白紙を浸した後，この白紙を取り出して暗所で乾燥させた。出来上がった紙（以後紙Ａと呼ぶ）に，図１のように星形の厚紙を載せ，その上から日光を10分間照射した。その間，紙Ａから二酸化炭素の発生が観測された。その後，紙Ａを水洗いして乾燥させたところ，星形の厚紙が載っていた部分は白色，星形の厚紙が載っていなかった部分は濃青色となり，星形が紙にくっきりと写し取られた。この星形の厚紙が載っていなかった部分に生じた濃青色の物質は，ターンブルブルーとよばれる，水に不溶性の化合物である。

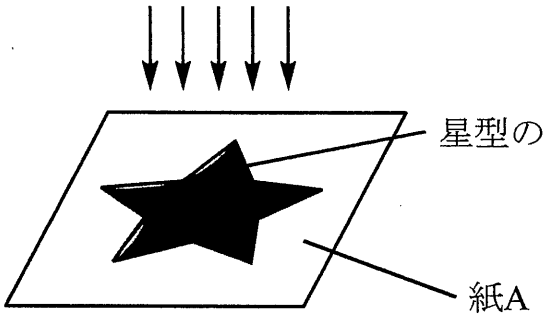


図1

問５　下線部 b)のヘキサシアニド鉄(III)酸カリウムの化学式を，配位子，配位数，カリウムの数などが明確に分かるように書きなさい。

問６　紙Ａの日光が当たった部分では，酸化還元反応が起こっている。この反応で，(1) 酸化された元素の酸化数の変化，および(2) 還元された元素の酸化数の変化を，それぞれ下の書き方の例にならって書きなさい。

〔例〕ClO^- から Cl^- が生じる反応での塩素の酸化数の変化の書き方：+1 → −1

〔Ⅲ〕 次の実験1から実験7はいずれも実験室で気体を発生させる実験，または発生した気体の反応の実験に関する記述である。

実験1　硫化鉄(II)に希硫酸を加えると，気体Xが発生した。

実験2　亜硫酸ナトリウム水溶液に希硫酸を加えると，気体Yが発生した。

実験3　塩化アンモニウム水溶液に水酸化カルシウムを加えて加熱すると，刺激臭のある気体Zが発生した。気体Zは湿った赤色のリトマス試験紙を青色に変色させた。

実験4　塩化アンモニウム5.35 gを水に溶かし，小過剰の亜硝酸ナトリウムを加えて加熱すると，窒素が発生した。

実験5　デンプン水溶液にヨウ素ヨウ化カリウム水溶液を加えて生じる青紫色溶液に，気体Xまたは気体Yを通したところ，いずれの場合も溶液の青紫色が消失した。

実験6　気体Xと気体Yを触媒存在下200～350 ℃で反応させると，硫黄と水が生成した。

実験7　窒素を金属マグネシウムと高温で反応させたところ，窒化マグネシウムが生成した。この化合物中のマグネシウムの酸化数は+2，窒素の酸化数は−3である。

問7　(1) 実験2，(2) 実験3および(3) 実験4で起こった化学反応のイオンを含まない化学反応式を，それぞれ解答欄(1)から(3)に書きなさい。

問８　実験 1，実験 2，実験 3 および実験 4 で発生した(1) 気体 X，(2) 気体 Y，(3) 気体 Z および(4) 窒素を大気中で捕集するのに最も適した方法を，それぞれ次の（A）から（C）の中から 1 つずつ選び，その記号をそれぞれ解答欄(1)から(4)に書きなさい。

（A）水上置換　　（B）下方置換　　（C）上方置換

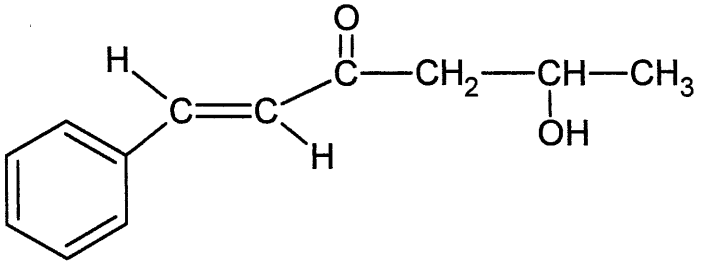
問９　(1) 実験 5 で，気体 Y を通したときに起こる反応のイオンを含まない化学反応式を書きなさい。

(2) 実験 6 の反応で，還元剤としてはたらいた物質の分子式を書きなさい。

問 10　実験 4 で塩化アンモニウムはすべて反応して窒素が生成した。生成した窒素をすべて使用して，過剰量の金属マグネシウムを用いて実験 7 を行ったところ，窒素はすべて消費された。生成した窒化マグネシウムの質量〔g〕を計算し，その数値を有効数字 3 桁で書きなさい。なお，実験 4 および実験 7 ではそれぞれ 1 つの化学反応のみが起こるものとする。

3　次の問１から問４に答えなさい。構造式を求められた場合には，（例）にならって書きなさい。

（例）



問１　有機化合物の性質について，(1)から(4)に答えなさい。

(1)　C_5H_{12} の炭化水素の構造異性体の中で，分子間にはたらく力が最も弱く沸点の最も低い異性体はどれか。その異性体の構造式を書きなさい。

(2)　アルコールが同程度の分子量を持つ炭化水素に比べて沸点が高いのは分子間にどのような相互作用があるためか。その相互作用を表す最も適切な語句を書きなさい。

(3)　メタン，エチレン，アセチレンの中で最も不完全燃焼を起こしやすく，燃えるときにすすが多く，炎がより赤くなるのはどれか。化合物の名称を書きなさい。

(4)　エタン，エチレン，アセチレンの中で過マンガン酸カリウム水溶液に加えても赤紫色が消えないのはどれか。化合物の名称を書きなさい。

問２　次の化合物(A)から(E)の中で，下の条件(1)から(5)のそれぞれに当てはまる化合物を選び，解答欄の該当する記号を○で囲みなさい。なお，それぞれの条件において解答は１つとは限らない。

(A) $CH_3CH{=}CHCH_2OH$　(B) $CH_3CH_2CH_2CHO$　(C) $CH_3CH_2COCH_3$
(D) $CH_2{=}CHCH(OH)CH_3$　(E) $CH_2{=}CHOCH_2CH_3$

(1) 臭素が付加してジブロモ化合物を与える。
(2) ヨウ素および水酸化ナトリウム水溶液と反応させると黄色沈殿が生じる。
(3) 不斉炭素原子を持っている。
(4) フェーリング液を加えて温めると赤色沈殿ができる。
(5) シス－トランス異性体が存在する。

問３　次の記述の反応で生成する化合物ＡからＥの構造式を書きなさい。

(1) メタンと大過剰の塩素の混合物に紫外線を照射すると無極性分子である化合物Ａが得られる。

(2) アセチレンに触媒の存在下で水を付加させると化合物Ｂが得られる。

(3) 加熱した濃硫酸にエタノールを加え 130～140 ℃に加熱すると分子間の反応により化合物Ｃが得られるが，同じ反応を 160～170 ℃で行うと分子内の反応により化合物Ｄが得られる。

(4) 濃硫酸存在下でグリセリンと硝酸を反応させると，火薬や狭心症治療薬に用いられる化合物Ｅが生成する。

問４　以下の文章を読んで，下の(1)および(2)に答えなさい。

鎖状炭化水素基 R とカルボキシ基から構成されるモノカルボン酸（一価カルボン酸）RCOOH は [A] と呼ばれ，広い意味では R には H も含まれる。その中で炭素数の多いものを [B]，少ないものを [C] という。この広義の [A] の中の飽和カルボン酸の中で最も強い酸性を示すのは [D] であり，[D] はカルボン酸であるが分子中に [E] 基が存在するため還元性を示す。油脂はグリセリンとさまざまな [B] からなるエステルの混合物である。油脂に水酸化ナトリウムを加えて加熱すると加水分解されセッケンとグリセリンになる。この加水分解は [F] と呼ばれる。セッケンは水に混じりにくい [G] 基である炭化水素基と水に混じりやすい [H] 基であるイオン部分$-COO^-Na^+$からなり，このように分子中に [G] 基と [H] 基をあわせもつ物質を [I] という。セッケンは水中では，[H] 基を外側にして集まることにより [J] を形成しコロイド粒子となる。

(1) 空欄 [A] から [J] に入る最も適切な語句あるいは化合物名を書きなさい。

(2) セッケンは水に溶かしたときに弱塩基性となる。このことを示す以下のイオン反応式の空欄 [K] と [L] に最も適した化学式を入れて，イオン反応式を完成しなさい。

$$RCOO^- + H_2O \rightleftharpoons \boxed{\quad K \quad} + \boxed{\quad L \quad}$$

令和７年度（2025 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６年 11 月２日

志願学部／学科／専攻	試験時間	ページ数
医学部保健学科 看護学専攻	13：00～15：00 （120 分）	11 ページ

B2346

1 次の文章を読み，以下の問（1）～（8）に答えよ。

(a)塩基対数がわからない DNA を挿入した(b)プラスミドがある。この DNA の塩基対数を解析することを目的として，(c)制限酵素や(d)電気泳動装置を用いて，下記の実験を行った。ただし，この実験で用いた DNA を挿入する前のプラスミド DNA の大きさは 2930bp（塩基対）である。なお，このプラスミドを制限酵素 *Eco*RIと *Xho*Iで切断した部分に，下線部(a)の塩基対数がわからない DNA を挿入した。

① 3 本のマイクロチューブ A, B, C を用意した。

② それぞれのマイクロチューブに，マイクロピペットを用いて，蒸留水，制限酵素用緩衝（かんしょう）液（少量の酸や塩基を加えたり，多少濃度が変化したりしても水素イオン濃度が大きく変化しない溶液），下線部（a）を挿入した下線部（b）のプラスミドの DNA 溶液を順番に入れた。

③ A のマイクロチューブには(e)制限酵素 *Eco*RI溶液を，B には制限酵素 *Xho*I溶液を，C には制限酵素溶液（制限酵素 *Eco*RI溶液と制限酵素 *Xho*I溶液の混合液）を入れた。

④ これらのマイクロチューブのふたをして，よく混ぜた。

⑤ 準備したマイクロチューブを 37℃で 30 分間保温した。

⑥ 反応後の DNA 溶液に青い色素溶液を加えて，よく混ぜた。

⑦ この 3 本のマイクロチューブから内部の試料をマイクロピペットで取り，電気泳動装置のアガロースゲルの別々の溝（ウェル）にゆっくりと注入した。（マイクロチューブ A はレーン 1 の溝に，B はレーン 2 の溝に，C はレーン 3 の溝に入れた。また，塩基対数のわかっている DNA をマーカーとして別の溝に入れた。）

⑧ この電気泳動装置のアガロースゲルに 100V で 30 分間通電した。

⑨ この結果，次の図 1 のようになった。

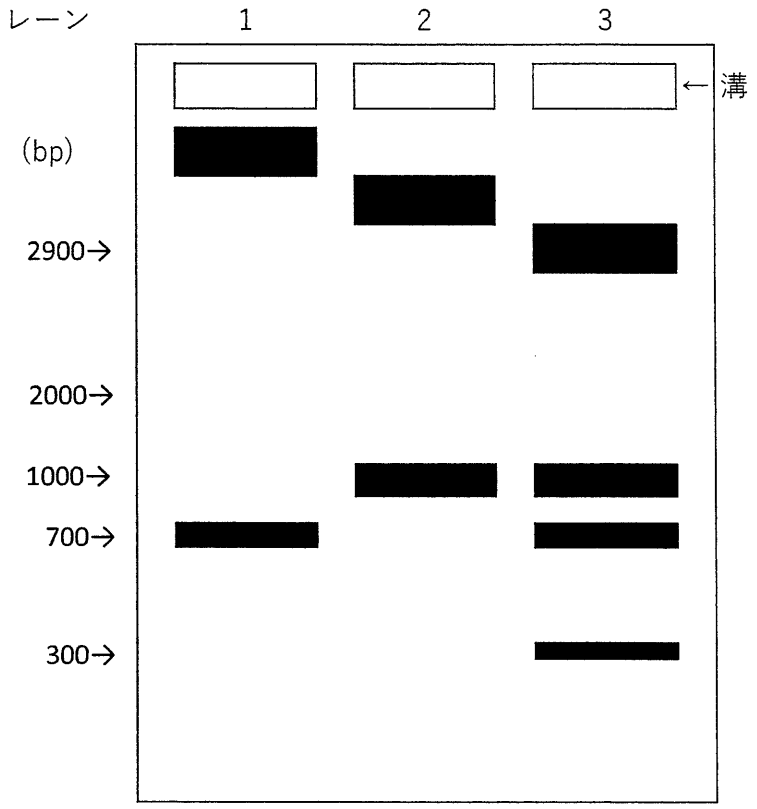
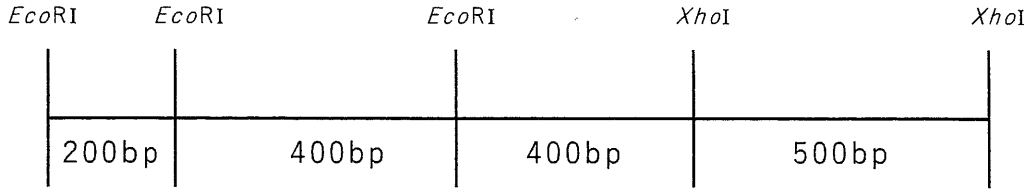


図 1

問(1)　上記の実験結果から下線部(a)の塩基対数がわからない DNA の制限酵素地図（制限酵素 *Eco*RIと制限酵素 *Xho*Iで切断することのできる位置とそれぞれの塩基対の大きさがわかるもの）を下記の例のように記せ。なお，DNA 断片を組み込んだ元のプラスミドには *Eco*RI，及び *Xho*Iで切断できる塩基配列はそれぞれ 1 カ所しかないものとする。

例



問(2)　下線部(b)のプラスミドとはどのようなものか，2 行以内で記せ。

問(3)　下線部(c)の制限酵素は多くの細菌の中でどのようなはたらきをしているか，2 行以内で記せ。

問(4)　下線部(d)の電気泳動装置でアガロースゲルに電圧を加えると，DNA はなぜ移動していくのか。DNA を構成する物質の特性をふまえて，2 行以内で記せ。

問(5)　下線部(e)の制限酵素 *Eco*RIは DNA の塩基配列 GAATTC の部分を切断する。2 本に切断された箇所の塩基配列を書け。(どのように切断されたかわかるように書くこと。対になっている塩基配列の部分も書くこと。)

問(6)　約 420 万塩基対からなる大腸菌の DNA を下線部(e)の制限酵素 *Eco*RI で切断すると，理論的には何カ所で切断されるか。小数点以下第 1 位を四捨五入して整数で答えよ。

問(7)　ヒトのインスリン遺伝子を取り出し，そのままプラスミドを用いて大腸菌に取り込ませても，大腸菌は機能を持ったインスリンを生産することはできない。その理由を 2 行以内で記せ。

問(8)　ゲノム編集は短時間で簡単に遺伝子を操作する CRISPR-Cas9 という手法で行われるようになった。この方法でどのように特定の遺伝子を挿入するのか，下記の語句をすべて用いて，4 行以内で記せ。

【語群】　遺伝子，ヌクレオチド鎖，Cas9 タンパク質，ガイド RNA，DNA

2 次の文章を読み，以下の問（1）～（7）に答えよ。

有性生殖は配偶子の形成時に遺伝子の(a)組換えが起こるため，親とは異なった遺伝子の組み合わせをもった子孫をつくることができる。しかし，植物の両性花の中で受精が起こる場合は，多様性のある子孫を残す可能性は小さくなる。自家受精は受精の効率を上げるには有効だが，多様性を持った子孫を残すには自家受精を抑制し，他家受精（他の個体と受精する）を促すしくみが必要である。自家受精を防ぐしくみには様々なものがあるが，そのうちの一つに自家不和合性がある。(b)ナス科の植物においては花粉側のタンパク質の型と雌しべ側のタンパク質の型が一致すると，花粉管の成長が途中で止まってしまい，受精することができない。

問(1) ある植物の花の色に関する対立遺伝子 A と a，及び花粉の形状に関する対立遺伝子 B と b は一対の相同染色体上に存在している。一方の染色体では遺伝子 A と B が連鎖し，対になる染色体では遺伝子 a と b が連鎖している。遺伝子型 AABB の個体と aabb の個体を交配すると，F_1（雑種第 1 代）の遺伝子型はすべて AaBb になった。この個体が配偶子を形成する時に下線部（a）の組換えが生じ，その組換え価は 12.5％であった。この場合，F_1（遺伝子型 AaBb）同士を交配すると，F_2（雑種第 2 代）の表現型の分離比はどのようになるか。ただし，遺伝子型 AABB, AaBb などを持つ個体の表現型は[AB]，AAbb, Aabb などは [Ab]として，[AB]: [Ab]: [aB]: [ab]の形で記せ。

問(2) あるナス科の植物の花粉を形成する親において，自家不和合性にかかわる遺伝子型を S_1S_2 とし，胚珠を形成する親の遺伝子型を S_2S_3 とする。この花粉を形成する親と胚珠を形成する親を交配した。

（ⅰ）F_1 の胚の遺伝子型の比を記せ。

（ⅱ）F_1 の胚乳の遺伝子型の比を記せ。

ただし，このナス科の植物では花粉の遺伝子と胚珠の遺伝子に同じものが含まれる場合は受精しない。

問(3)　下線部（b）の場合の自家不和合性を示す原因としては花柱（雌しべの柱頭と子房の間）が分泌する RNA を分解する酵素を花粉管側が不活性化できないからと考えられている。なぜ花粉管の成長が止まってしまうのか，2 行以内で記せ。

問(4)　被子植物の卵細胞形成の過程を下記の語句をすべて用いて，6 行以内で記せ。

【語群】　胚珠，胚のう細胞，胚のう，胚のう母細胞，卵細胞，
反足細胞，中央細胞，減数分裂，極核，助細胞，核分裂

問(5)　減数分裂と体細胞分裂の過程で異なる点を 2 つ記せ。

問(6)　あるイネ科の植物では，胚乳を培養することによって植物体が再び分化することが報告されている。これは胚乳も胚と同様に植物体になる能力を保持していると考えられる。この性質を利用して開発できると考えられているものは何か，1 行で記せ。

問(7)　シロイヌナズナの遺伝子 F は胚乳において母親（中央細胞）から遺伝したときのみ発現する。一方，父親（精細胞）から遺伝した対立遺伝子は不活性な状態に保たれている。遺伝子 F は DNA のプロモーター領域がメチル化（DNA の塩基にメチル基[$-CH_3$]が付加されること）されることによって発現が抑制される。しかし，雌性配偶体の中央細胞では，この領域がある酵素によって脱メチル化（メチル基が離れること）されるので遺伝子 F は活性化される。そのため，受精後の胚乳においては，母親に由来する遺伝子が選択的に発現する。一方，雄性配偶子では別の酵素が働き，メチル化が維持され遺伝子発現の抑制状態が維持される。メチル化が維持されると遺伝子発現が抑制されるのはなぜか，そのしくみを 2 行以内で記せ。

3 次の文章を読み，以下の問（1）～（7）に答えよ。

水は生命にとって不可欠な物質であり，水なしに生物は生きていけない。水は分子量が小さいため，環境内に豊富に水が存在する場合には，細胞内と細胞外の溶質の濃度差を利用して，低張液から高張液へと水分子を移動させることができる。これを浸透という。しかし，(a)細胞膜は疎水性の障壁を持つリン脂質二重層なので，浸透だけに頼った細胞膜の水の移動はわずかしか生じない。それにもかかわらず，動物の赤血球，(b)腎臓の細胞などは細胞膜を横切って多量の水を高速に通すことができる。多くの科学者は，このような細胞の細胞膜には(c)多量の水を高速に透過するタンパク質があると考えた。そこである科学者は，赤血球の細胞膜に多量に存在するタンパク質Hが，このタンパク質であると考え，下記の実験Iを行った。

① ヒトのタンパク質Hの遺伝情報を持つmRNAを含む水溶液を，アフリカツメガエルの卵母細胞Aに注入した。
② 卵母細胞BにはmRNAを含まない水溶液を，①と同じ量を注入した。
③ 卵母細胞Cには別のタンパク質の遺伝情報を持つmRNAを含む水溶液を，①と同じ量を注入した。
④ ①～③の操作をした卵母細胞を，室温で等張液（アフリカツメガエルの体液の浸透圧にほぼ等しい溶液）の中に72時間入れた。
⑤ その後，卵母細胞を入れた溶液を，約3倍量の蒸留水で薄めた。

実験Iの結果

卵母細胞Aは大量の水が入り，数分後に破裂した。
卵母細胞Bは水が入って多少膨張したが，破裂しなかった。
卵母細胞Cはほとんど膨張しなかった。

その後，下記の実験IIを行った。

アフリカツメガエルの卵母細胞に，タンパク質を介在する水透過を阻害する塩化水銀（II）（$HgCl_2$）や，塩化水銀（II）による水透過の阻害を解除する化学物質Mを与えて，水分子が透過する速度を調べた。

表1　実験IIの結果

タンパク質HのmRNAの卵母細胞への注入	塩化水銀（II）	化学物質M	水分子の透過する速度
なし	なし	なし	（ア）
なし	あり	なし	（イ）
なし	あり	あり	（ウ）
あり	なし	なし	（エ）
あり	あり	なし	（オ）
あり	あり	あり	（カ）

問(1)　下線部(a)の細胞膜の断面図を親水性の部分と疎水性の部分がどのように分布しているかわかるように模式的に書け。

問(2)　ヒトの体液の塩分濃度が上昇した際，下線部(b)のヒトの腎臓において，水の再吸収を促進するホルモンが働くまでの過程を3行以内で記せ。

問(3)　(i)　下線部(c)のタンパク質の名称を記せ。

(ii)　細胞膜で主にイオンを受動輸送しているタンパク質の名称を記せ。

問(4)　小腸の上皮細胞では，腸管側のグルコース濃度が小腸上皮細胞内よりも低いにもかかわらず，グルコースを小腸上皮細胞に取り込んでいる。どのようなしくみで取り込んでいるのか，3行以内で記せ。

問(5)　実験Iでタンパク質 H が水を高速で透過するタンパク質であることは推測できた。実験IIでは実験Iの結果を支持するデータが得られた。表 1 の（ア）～（カ）の中で水分子の透過する速度が速いものを 2 つ選べ。

問(6)　実験Iと実験IIで，タンパク質 H が水を高速で透過するタンパク質であることは推測できた。しかし，アフリカツメガエルの卵母細胞には既に水を高速で透過するタンパク質が存在し，タンパク質 H はそのタンパク質を活性化したにすぎないのではないかという批判が出た。それに対して，ある実験を行い，タンパク質 H が水を高速で透過するタンパク質であることを明らかにした。どのような実験をしたと考えられるか，下記の語句をすべて用いて，3 行以内で記せ。

【語群】減少，体積，脂質分子，等張液，スクロース，小胞，
タンパク質 H，ヒトの赤血球，人工の膜

問(7)　以下は細胞膜ではたらく，あるホルモンに関する文章である。空欄 [キ] ～ [シ] に適する語句を入れよ。

[キ] は副腎髄質から分泌され血液中を移動し，このホルモンの [ク] 器官である肝臓の細胞膜上の [ケ] に結合する。その結果 [ケ] の立体構造が変化して，細胞膜上にある [コ] を活性化する。活性化した [コ] は [サ] から cAMP という情報伝達物質を新たに産生する。cAMP はさらに別の [コ] を活性化して，一連の反応を促進し，最終的にグリコーゲンがグルコースに分解される。この結果グルコースが血液中に運ばれて血糖濃度が上昇する。cAMP のような細胞内の情報伝達物質は，[シ] とよばれる。

令和７年度（2025 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６年 11 月２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	16：00～17：30 （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. 特に指示がある場合以外は，日本語で記入してください。
8. 解答に字数の指定がある場合は，句読点，数字，アルファベット，記号も１字として数えてください。
9. 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。

C2346

———このページは白紙———

———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。

著作権の都合上、この部分はご覧いただけません。

C2346

著作権の都合上、この部分はご覧いただけません。

C2346

問１　下線部（1）の that が示す内容を本文に即して説明しなさい。

問２　下線部（2）の 8 countries について，文中ではいくつかに分類されている。どのように分類されているか説明しなさい。

問３　下線部（3）について，we が指すものを具体的に示して，日本語に訳しなさい。

問４　本文の内容から正しいと判断できるものを，次の (A)〜(D) の中から一つ選び，記号で答えなさい。

(A) スペインとウクライナでは国民の英語習熟度が異なっている。
(B) 学術論文の審査過程では，研究内容の正確さと英語の質の問題は分けて評価される。
(C) 英語が堪能でない人にとって，論文やプレゼンテーションだけでなく，研究費を獲得するための申請も困難である。
(D) 英語を母国語とする国の数は世界の国の数の 5%に過ぎない。

C2346

———このページは白紙———

C2346

2 次の英文を読んで，以下の問いに答えなさい。

著作権の都合上、この部分はご覧いただけません。

C2346

著作権の都合上、この部分はご覧いただけません。

C2346

著作権の都合上、この部分はご覧いただけません。

C2346

問１　本文中で 下線部(1)Avian と同じ意味で用いられている英単語を答えなさい。

問２ 下線部(2)を日本語に訳しなさい。

問３ 下線部(3)について、なぜ It should be no surprise なのか、その理由について本文に即して簡潔に説明しなさい。

問４　下線部(4)について、 なぜ controversial なのか、その理由について本文に即して簡潔に説明しなさい。

問５　以下の (A)～(D) のうち，本文の内容から誤っていると判断できるものを二つ選び，記号で答えなさい。

(A) HPAI に感染した人は５０％以上の確率で死に至る。
(B) 最初の HPAI は野生のガチョウから見つかった。
(C) 鳥の死体を見つけた場合は HPAI に感染している可能性があるので、拾って専門機関に持っていく必要がある。
(D) HPAI の世界的な流行を抑制する施策の一つとして，家禽飼育羽数の増加の抑制があげられる。

C2346

3 次の英文を読んで，以下の問いに答えなさい。

[1] In the 1990s and early 2000s, technologists made the world a grand promise: new communications technologies would strengthen democracy, undermine authoritarianism, and lead to a new era of human *flourishing. But today, (1)few people would agree that the internet has lived up to that *lofty goal.

[2] Today, on social media platforms, content tends to be ranked by how much engagement it receives. Over the last two decades politics, the media, and culture have all been reshaped to meet a single, overriding incentive: *posts that provoke an emotional response often rise to the top. Efforts to improve the health of online spaces have long focused on content moderation, the practice of detecting and removing bad content. Tech companies hired workers and built AI to identify hate speech, *incitement to violence, and harassment. That worked imperfectly, but it stopped the worst toxicity from flooding our feeds. There was one problem: while these AIs helped remove the bad, they didn't elevate the good. "Do you see an internet that is working, where we are having conversations that are healthy or productive?" asks Yasmin Green, the CEO of Google's Jigsaw unit, which was founded in 2010 with a remit to address threats to open societies. "No. You see an internet that is driving us further and further apart." What if there were another way?

[3] Jigsaw believes (2)it has found one. On Monday, the Google subsidiary revealed a new set of AI tools, or classifiers, that can score posts based on the likelihood that they contain good content: Is a post *nuanced? Does it contain evidence-based reasoning? Does it share a personal story, or foster human compassion? By returning a numerical score (from 0 to 1) representing the likelihood of a post containing each of those virtues and others, these new AI tools could allow the designers of online spaces to rank posts in a new way. Instead of posts that receive the most likes or comments rising to the top, platforms could — in an effort to foster a better community — choose to put the most nuanced comments, or the most compassionate ones, first.

[4] The breakthrough was made possible by recent advances in (3)large language models (LLMs), the type of AI that underpins *chatbots like ChatGPT. In the past, even training an

C2346

AI to detect simple forms of toxicity, like whether a post was racist, required millions of labeled examples. Those older forms of AI were often *brittle and ineffectual, not to mention expensive to develop. But the new generation of LLMs can identify even complex linguistic concepts out of the box, and *calibrating them to perform specific tasks is far cheaper than it used to be. Jigsaw's new classifiers can identify "attributes" like whether a post contains a personal story, curiosity, nuance, compassion, reasoning, *affinity, or respect. "It's starting to become feasible to talk about something like building a classifier for compassion, or curiosity, or nuance," says Jonathan Stray, a senior scientist at the Berkeley Center for Human-Compatible AI. "These fuzzy, contextual, know-it-when-I-see-it kind of concepts - we're getting much better at detecting those."

[5] This new ability could be a watershed for the internet. Green, and a growing chorus of academics who study the effects of social media on public discourse, argue that content moderation is "necessary but not sufficient" to make the internet a better place. (4)Finding a way to boost positive content, they say, could have *cascading positive effects both at the personal level — our relationships with each other — but also at the scale of society. "By changing the way that content is ranked, if you can do it in a broad enough way, you might be able to change the media economics of the entire system," says Stray, who did not work on the Jigsaw project. "If enough of the algorithmic distribution channels disfavored divisive rhetoric, it just wouldn't be worth it to produce it any more."

（出典："The AI that Could Heal a Divided Internet" April 15, 2024, *Time* より一部改変）

(注)

*flourishing: 繁栄　　*lofty: 高尚な

*post(s): 投稿　　*incitement: 誘因

*nuanced: ニュアンス（微妙な差異）を含んでいる

*chatbot(s): テキストや音声を使って自動で会話を行うプログラム

*brittle: 脆い　　*calibrating: 調整する

*affinity: 親和性　　*cascading: 連鎖する

C2346

問１　下線部 (1) について，どうして few people would agree なのか，段落[2]で述べられている内容に即して説明しなさい。

問２　下線部 (2) の具体例としてあげられているものを，段落[3]で述べられている内容に即して 120 字程度で説明しなさい。

問３　下線部 (3) large language models (LLMs) がもつ，従来の AI にはない特徴を，２点説明しなさい。

問４　下線部 (4) を日本語に訳しなさい。

C2346

令和７年度（2025 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６年 11 月２日

志願学部／学科／専攻	試験時間	ページ数
医学部保健学科 放射線技術科学専攻 検査技術科学専攻	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。

A246

$\boxed{1}$ 以下の問いに答えよ。

(1) 曲線 $C : y = x^3 - 3x^2$ を考える。

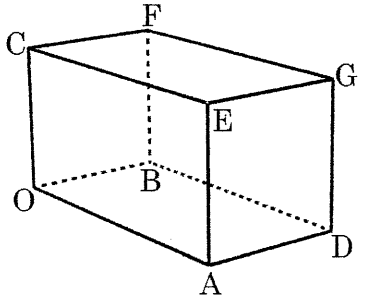
(ア) C 上の点 $\mathrm{A}(t, t^3 - 3t^2)$ における接線の方程式を t を用いて表せ。

(イ) a を実数とし，$a \neq 1$ とする。点 $\mathrm{P}(a, -3a+1)$ から C に引いた接線の本数は，ちょうど 2 本であることを示せ。

(2) x についての不等式 $|2x-1| \leqq mx + m - 1$ が実数解をもつように，正の定数 m の値の範囲を定めよ。

A246

2 右図のように，OA = 2，OB = OC = 1 の直方体 OADB−CEGF がある。線分 EF の中点を M，線分 OM と線分 CD の交点を P，頂点 C から平面 OFM に下ろした垂線と OFM との交点を H とする。$\overrightarrow{OA} = \vec{a}$，$\overrightarrow{OB} = \vec{b}$，$\overrightarrow{OC} = \vec{c}$ とおく。以下の問いに答えよ。



(1) $\overrightarrow{OP}$ を $\vec{a}$，$\vec{b}$，$\vec{c}$ を用いて表せ。また，OP : PM を求めよ。

(2) $\overrightarrow{OH}$ を $\vec{a}$，$\vec{b}$，$\vec{c}$ を用いて表せ。また，点 H は平面 OFM 上のどのような位置にあるか。

(3) 三角形 OFM の面積 S を求めよ。

(4) 三角錐 OCFP の体積 V を求めよ。

A246

$\boxed{3}$ 以下の問いに答えよ。

(1) 円 $x^2+y^2=4$ と曲線 $y=\dfrac{1}{x}$ の共有点の座標を求めよ。

(2) 次の連立不等式の表す領域 D を座標平面上に図示せよ。

$$\begin{cases} xy \geqq 1 \\ x^2+y^2 \leqq 4 \end{cases}$$

(3) (2) で求めた領域 D の面積 S を求めよ。

A246

令和７年度（2025 年度）東北大学

ＡＯ入試（総合型選抜）Ⅱ期

筆記試験②　封筒

令和６年 11 月２日

志願学部／学科／専攻	試験時間	問題冊子数
医学部保健学科 放射線技術科学専攻 検査技術科学専攻	13：00～15：00 （120 分）	３冊

注意事項

1. **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。**
2. この封筒には，「問題冊子」３冊，「解答用紙」３種類，「メモ用紙」２枚が入っています。
3. 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

4. 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。
5. 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。
6. 「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。**
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」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。

B4

令和７年度（2025 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６年 11 月２日

志願学部／学科／専攻	試験時間	ページ数
医学部保健学科 放射線技術科学専攻 検査技術科学専攻	13：00～15：00 （120 分）	12 ページ

B2456

1 図１のように，長さ $2L$ の細い円筒内に，ばね定数 k，自然長 $2L$ のばねを入れ，ばねの一端を円筒の左端に固定し，他端に質量 m の小物体Ａを取り付けた。小物体Ａは円筒のなめらかな内面に接しながら運動することができ，円筒は変形することなく，小物体Ａの運動とばねの縮みを円筒に沿った方向に限定する役割をもつ。また，円筒は密閉されておらず，気体の圧力による力は考えなくてよい。小物体Ａの大きさや円筒の太さ，円筒やばねの質量，摩擦や空気抵抗は無視できるものとし，重力加速度の大きさを g とする。小物体Ａの運動は，ばねが完全に縮む場合はその直前までを考える。

以下の問１～３に答えよ。解答は解答用紙の所定の場所に記入せよ。また，結果だけでなく，考え方や計算の過程も示せ。

問１　図２のように，小物体Ａとばねが入った円筒を，ばねの固定された面を下にして水平面に垂直に置くと，小物体Ａはばねが L だけ縮んだ位置で静止した。

(a) ばね定数 k を，m，g，L を用いて表せ。

(b) 小物体Ａを，外力を加えてばねの自然長の位置まで静かに持ち上げる。このときの外力のした仕事 W を，m，g，L を用いて表せ。

(c) ばねの自然長の位置から小物体Ａを静かにはなすと，小物体は動き始めてばねが自然長から L だけ縮んだ位置を通過した。このときの小物体Ａの速さ v を，m，g，L の中から必要なものを用いて表せ。

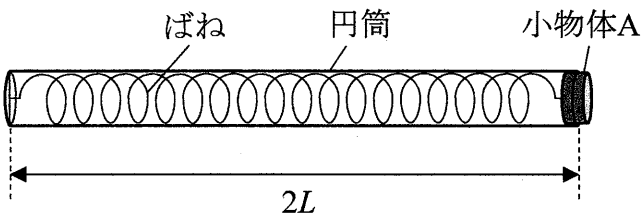


図１

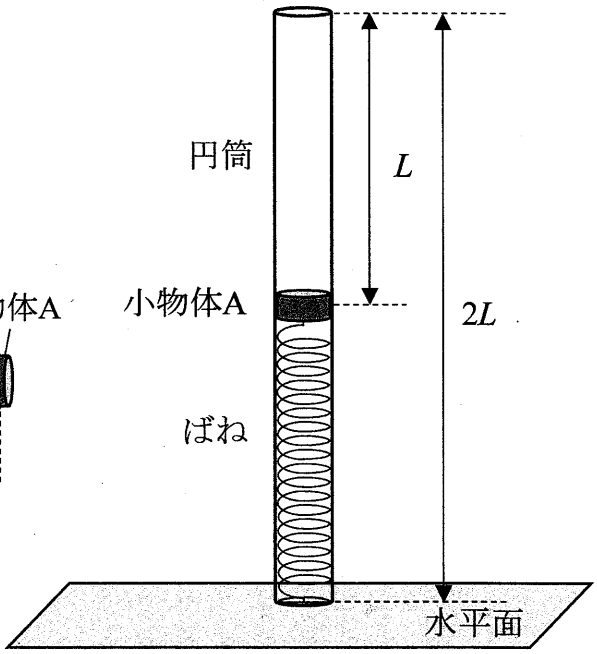


図２

問２　次に，図３のように，鉛直面に水平面からの高さが $2L$ の位置に細い軸を取り付け，その軸に円筒の上端を取り付けて，小物体Ａをばねの縮みが L の位置に静止させた。円筒の下端は水平面からわずかに離れており，円筒は小物体Ａとともに軸を中心に鉛直面に沿ってなめらかに回転できる。軸の位置を原点Ｏとして，水平に右向きを正として x 軸を，鉛直に上向きを正として y 軸をとる。力積および力の x 成分，y 成分の正の向きはそれぞれ x 軸，y 軸の正の向きとする。

その後，質量 M の小物体Ｂを，水平面上で x 軸の正の向きに速さ V で円筒の下端に衝突させた。衝突後，小物体Ｂは静止した。衝突において小物体Ｂが円筒に接していた時間は，その時間内での円筒の動きが無視できるほど短く，その微小な時間を Δt とする。

(a) 衝突で小物体Ｂが受けた力積の x 成分 I および平均の力の x 成分 $\overline{F}$ を，それぞれ M，V，Δt の中から必要なものを用いて表せ。

(b) 衝突で小物体Ａが受けた平均の力の x 成分 $\overline{f}$ を，M, V, Δt を用いて表せ。

(c) 衝突直後の小物体Ａの速さ v' を，M，m，V を用いて表せ。

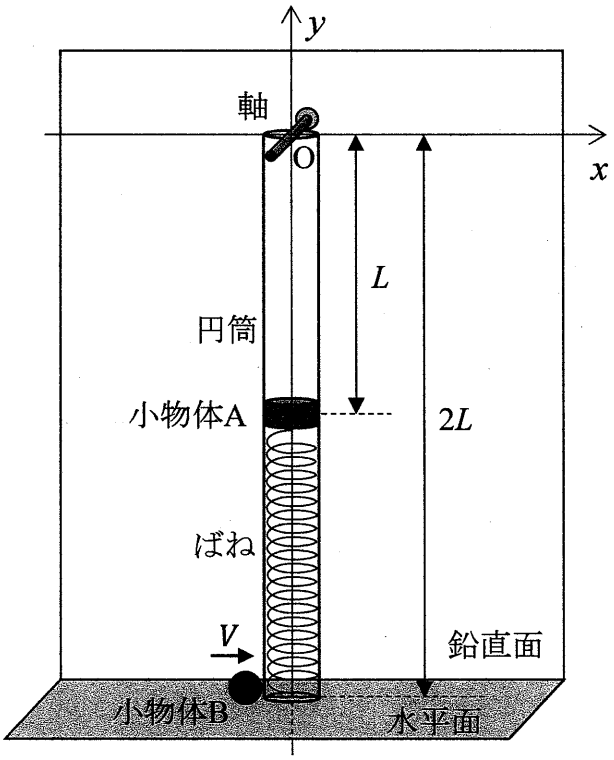


図３

B2456

問３　問２の小物体 B の衝突の後，静止した小物体 B を取り除いた。その後，図４のように小物体 A は初速度 v' で円筒とともに，y 座標が $y=-L$ の直線上を運動し始めた。

(a) 小物体 A の x 座標が x_A のときに，小物体 A にはたらく力の x 成分 F_x および y 成分 F_y を，それぞれ x_A，m，k，L の中から必要なものを用いて表せ。

(b) 時間が経過すると，円筒の振れは最大となり，一瞬静止して戻り始めた。円筒が振れ始めてから最初に振れが最大になるまでに要した時間 t および振れが最大となったときの小物体 A の x 座標 X を，それぞれ m，k，v'，L の中から必要なものを用いて表せ。

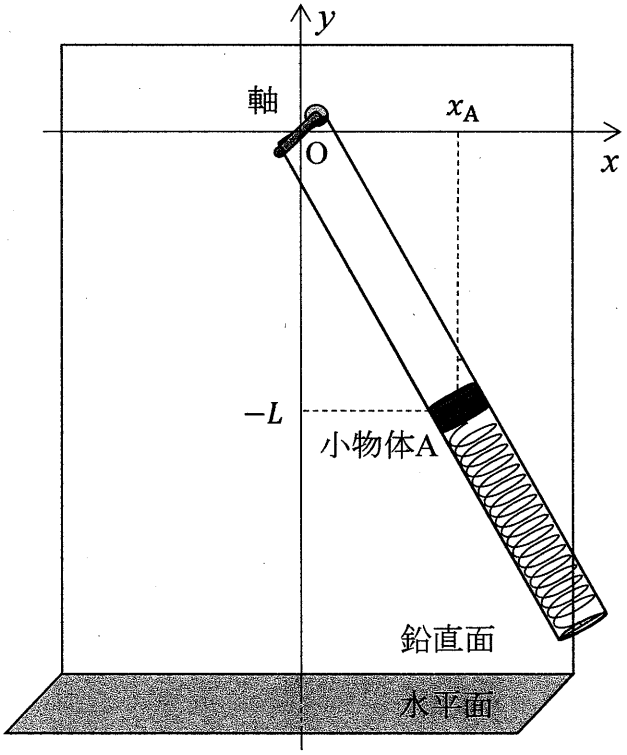


図４

B2456

2 水面を伝わる波は，媒質となる水の水深により波の速さが異なる。水深の異なる領域Ⅰから領域Ⅱに入射する水面を伝わる波について考える。領域Ⅰと領域Ⅱの静水における波の速さはそれぞれV_1，V_2 ($V_2 < V_1$)である。なお，２つの領域の境界面は平面で，境界面で反射する波は考えない。

以下の問１～３に答えよ。解答は解答用紙の所定の場所に記入せよ。また，結果だけでなく，考え方や計算の過程も示せ。

問１ 図１のように，領域Ⅰにおける波長がλ_1の平面波が，領域Ⅰから入射角θ_1で境界面に入射し，屈折角θ_2で屈折して領域Ⅱに進行した。領域Ⅰから領域Ⅱに進行する波の進む向きを示す線(射線)を矢印のついた破線で示し，領域Ⅰでの波面の一部を実線で示している。媒質となる水の流れはなく，そのときの水面を伝わる波の領域Ⅰに対する領域Ⅱの屈折率（相対屈折率）nを

$$n = \frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2}$$

と定義する。

(a) 波面①，波面②，波面③の領域Ⅱにおける様子を解答用紙の図に描き入れ，特徴的な角度を記入せよ。

(b) 描いた図から，領域Ⅱの波長λ_2を，λ_1，nを用いて表せ。

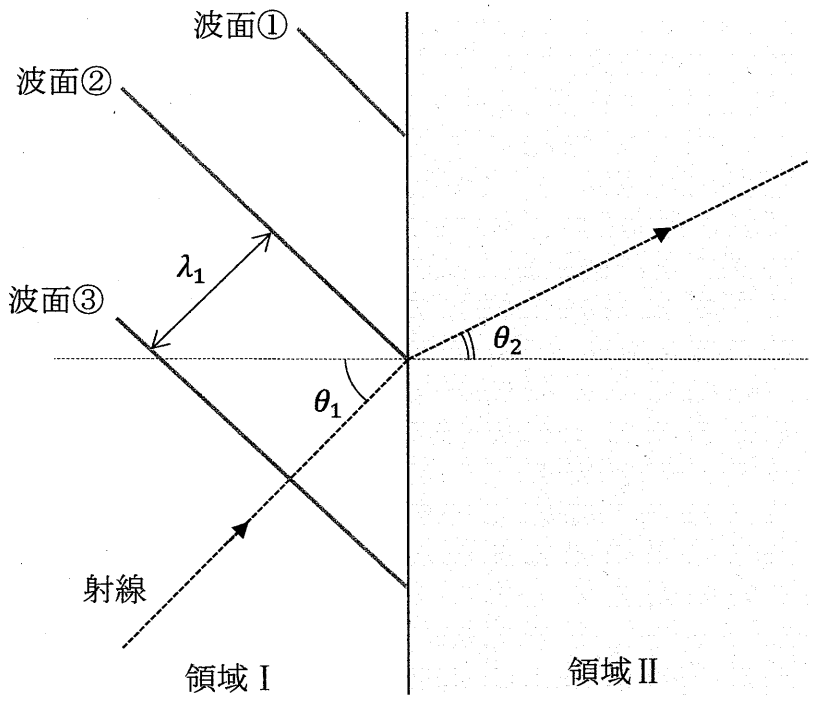


図１

B2456

問２　問１と同じ領域Ｉと領域IIがあり，図２のように，領域の境界に２つのスリット S_1, S_2 のある厚さの無視できるうすい壁を置き，領域II内でスリットから L だけ離れた位置に境界と平行にもう１つの壁Ｗを置いた。２つのスリットの間隔は D で，その二等分線（中心軸）と壁Ｗとの交点を原点Ｏとして壁Ｗに沿って x 軸を，中心軸に沿って y 軸をとる。x 軸の正の向きは S_2 から S_1 の向き，y 軸の正の向きはスリットのある壁から壁Ｗの向きとする。２つの領域，２つの壁は，x 軸に沿った方向には十分な広がりがある。壁Ｗ上の x 座標が X にある点をＰとする。水面を伝わる波の領域Ｉに対する領域IIの屈折率は n である。

領域Ｉからスリットに向かって波長 λ_1 の平面波を中心軸に平行に入射すると，領域IIで２つのスリットから生じた円形波が干渉した。

(a)　スリット S_1，S_2 から生じた波が，点Ｐにおいて同位相で重なり強め合った。そのときの条件式を，D, L, X, λ_1, n および整数 m $(m = 0, \pm1, \pm2, \pm3, \cdots)$ を用いて表せ。

(b)　問２(a)の条件式を満たす点の数は有限である。$D = 4\lambda_1$，$n = 1.4$ のときの強め合う点の数を，数値で答えよ。

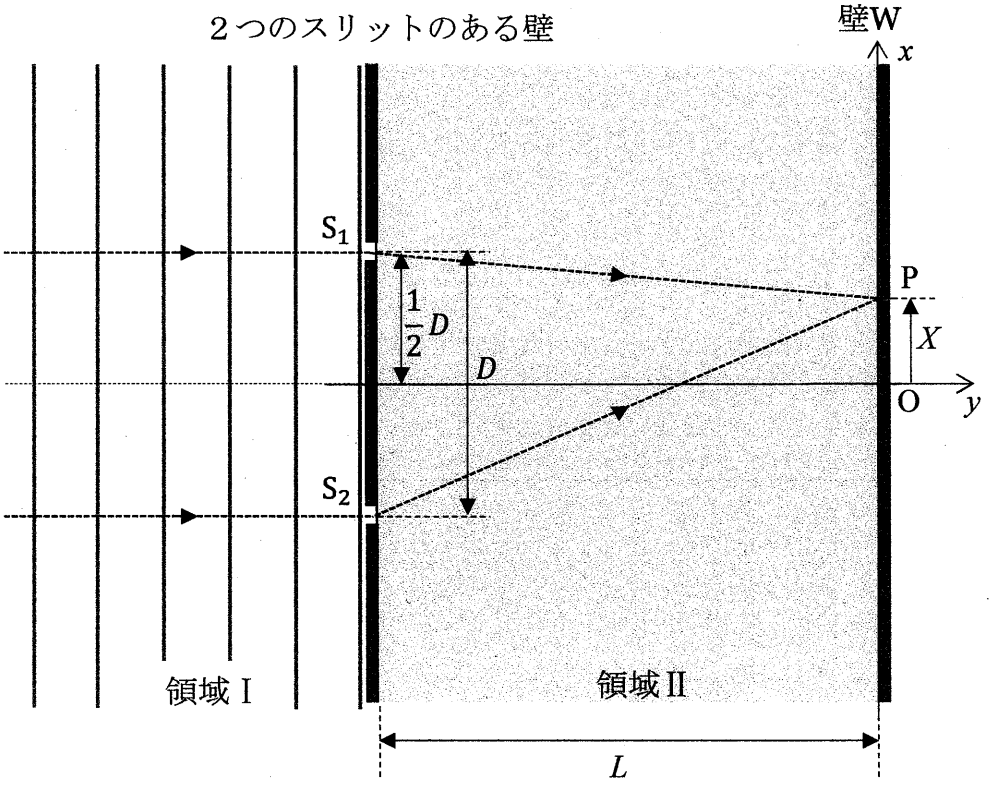


図２

B2456

問３　図３のように，問２において，領域Ⅱの媒質の水を一様に x 軸の正の向きに速さ v で流した。スリット付近における水の流れの乱れは無視できる。なお，領域Ⅱの静水における波の速さは V_2，波長は λ_2 であり，S_1 と O の間の距離を ℓ とする。

(a) S_1 から O に向かって生じた水面波は，水の流れによって壁 W 上の点 P′ に到達した。S_1 から O に向かって生じた水面波の進む速度の y 成分の大きさ V_y および点 P′ の x 座標 X' を，それぞれ V_2，v，L，ℓ の中から必要なものを用いて表せ。

(b) S_1 から生じて点 P′ に到達した水面波と，S_2 から生じて点 P′ に到達した水面波の重なりの様子を表すものとして最も適切なものを，次の(あ)～(え)の中から１つ選び記号で答えよ。また，選んだ理由を簡潔に説明せよ。

（あ）流れがないときの点 O と同じように波が同位相で重なり強め合う。

（い）流れがないときの点 O と同じように波が逆位相で重なり弱め合う。

（う）波の位相差が時間とともに変化するため「うなり」が生じる。

（え）流れがないときの点 P′ と同じ位相差で重なり，v によって重なり方の様子は変わる。

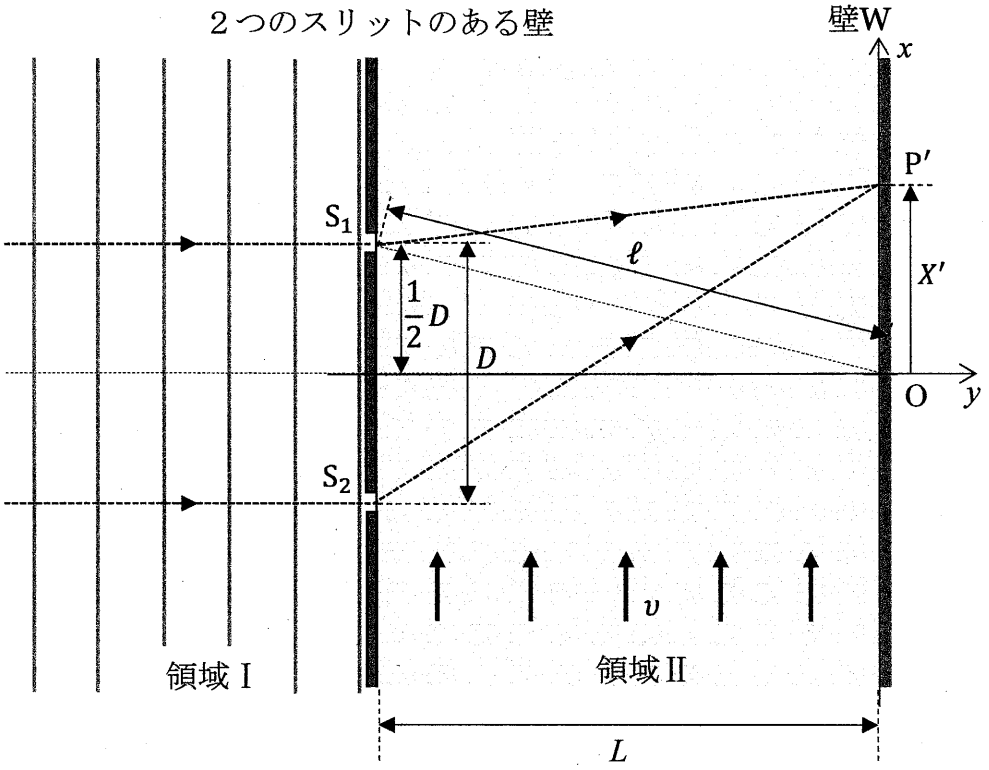


図３

B2456

3 導体棒に電流を流す場合について考える。導体棒は抵抗率 ρ の一様な材質でできており，導体内のキャリア（電流の担い手）は電気量 $-e$ の自由電子で，単位体積あたりの数は n である。導体棒の両端に電圧を加えると，自由電子は導体棒内の電場（電界）から力を受け，加速されて進む。自由電子は導体棒内の金属イオン等との衝突により速さに比例する抵抗力を受け，やがて電場から受ける力と抵抗力とがつり合って，一定の速さで移動するようになる。この抵抗力の大きさは自由電子の速さ v に比例し，kv（k は正の比例定数）で表されるものとする。

以下の問１～３に答えよ。解答は解答用紙の所定の場所に記入せよ。また，結果だけでなく，考え方や計算の過程も示せ。

問１　図１のように，長さ L，縦幅 D，奥行き W の直方体の導体棒の両端の点 a と点 b の間に電圧 V を加えると，自由電子は一定の速さ v で移動し，大きさ I の電流が流れた。導体棒に沿って右向きを正として x 軸を，奥行き方向を正として y 軸を，上方向を正として z 軸を取り，導体棒の左端手前下を原点 O とする。

(a) この導体棒の両端 ab 間の抵抗値 R を，ρ，L，D，W を用いて表せ。

(b) 導体棒内の電場は一様であるので，電場の強さは $\dfrac{V}{L}$ となる。また，電流の大きさは，単位時間あたりに導体棒の断面を通過する電気量の大きさであるので，$I = envDW$ と表される。これらのことを用いて，比例定数 k を，ρ，e，n を用いて表せ。

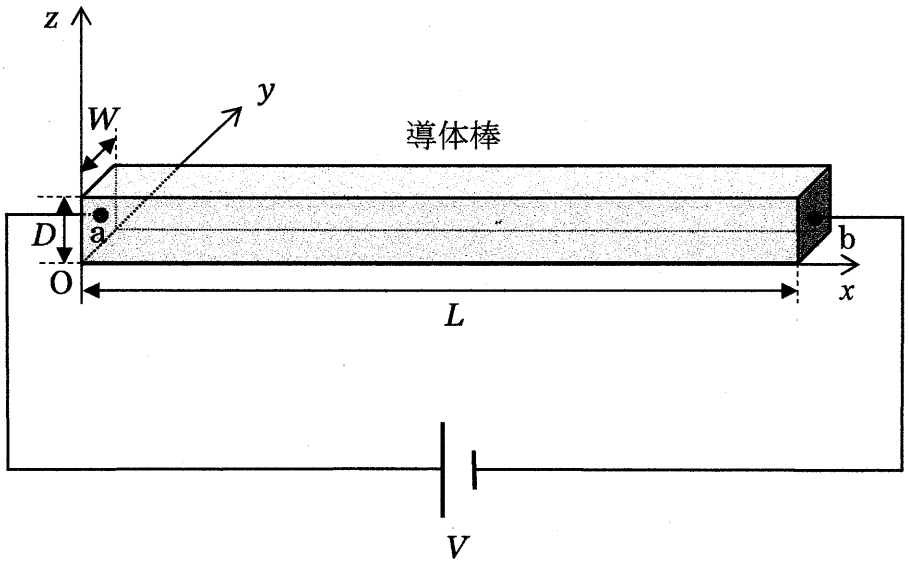


図１

問２　次に，図２のように，図１の電流が流れている導体棒に，y 軸の正の向きに磁束密度 B の一様な磁場（磁界）を加えた。導体棒内を移動する自由電子は，磁場からローレンツ力を受けることで自由電子の分布に偏りが生じる。この偏りによって導体棒内に z 軸に平行な向きに電場が生じ，導体棒の下面と上面の間に電圧が生じた（ホール効果）。この z 軸に平行な向きに生じた電場から自由電子が受ける力と，磁場によるローレンツ力がつり合うことで，自由電子は磁場を加える前と変わらず x 軸に平行な向きに速さ v で移動し，導体棒には大きさ I の電流が流れた。同じ x 座標にある導体棒の上面の点 p と下面の点 q の間の電圧の大きさを測定すると V_z であった。

(a) 自由電子が受けるローレンツ力の大きさ f を，e，v，B を用いて表し，この力の z 成分の向きを，正，負どちらかで答えよ。

(b) 点 p と点 q で電位の高い方を，p，q のどちらかで答え，また，単位体積あたりの自由電子の数 n を，e，ρ，L，D，V，B，V_z を用いて表せ。

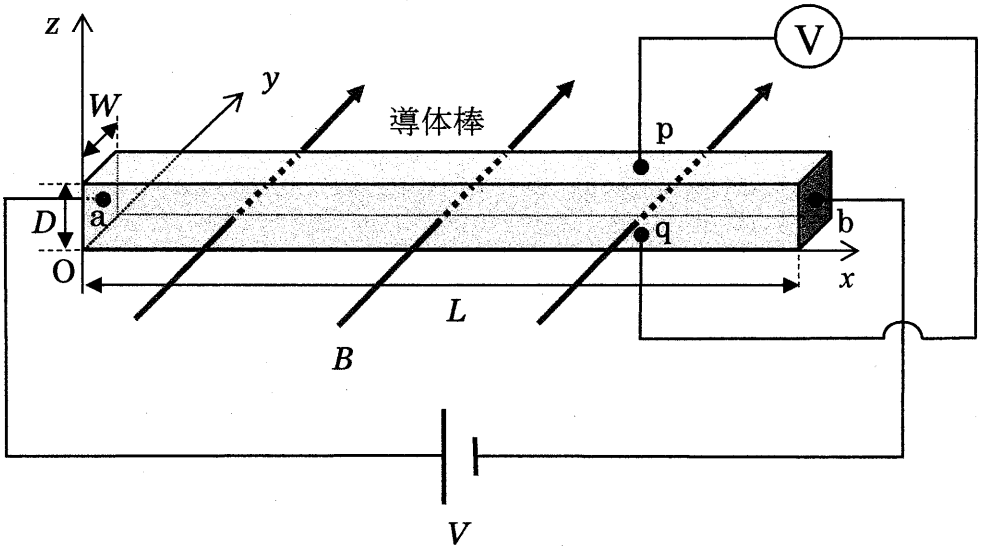


図２

B2456

問３　さらに，図３のように，導体棒を問１，２と同じ材質で，長さL，奥行きW，z軸方向の幅がDからD' $(L > D' > D)$にx座標とともに一定の割合で増加しているものに変えた。導体棒の両端ab間に電圧Vを加えると，導体棒には大きさI'の電流が流れた。その後，y軸の正の向きに磁束密度Bの一様な磁場を加え，x座標がともにXの位置にある導体棒の上面の点p′と下面の点q′の間の電圧を測定した。

(a) x座標がXの位置における自由電子の速さv_Xを，I'，e，n，L，D，D'，W，Xを用いて表せ。

(b) x座標がXの位置における点p′と点q′の間の電圧の大きさV_Xを，I'，e，n，B，L，D，D'，W，Xの中から必要なものを用いて表せ。

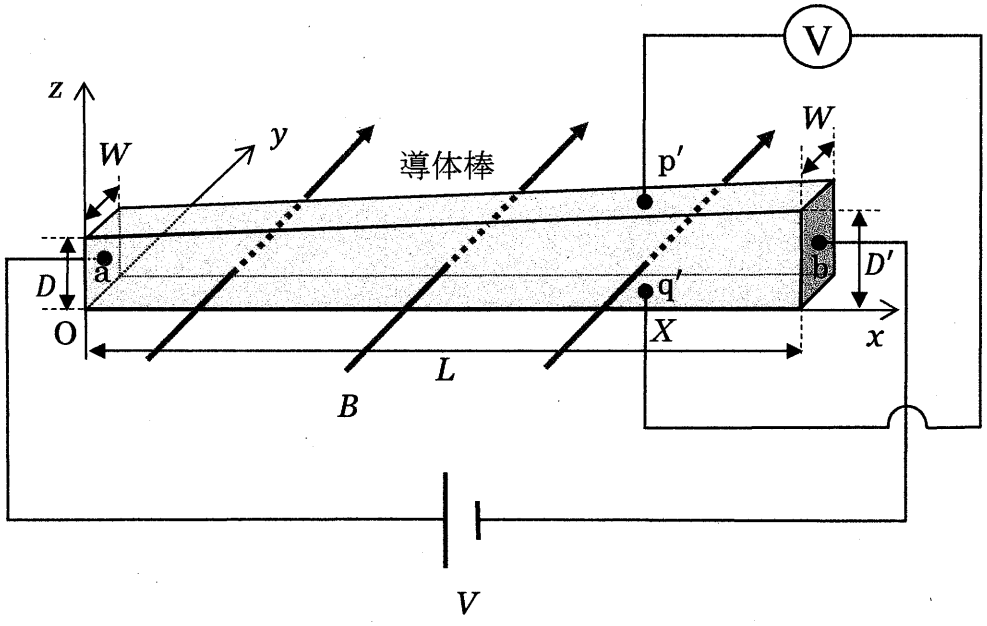


図３

B2456

令和７年度（2025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６年11月２日

志願学部／学科	試験時間	ページ数
医学部保健学科 放射線技術科学専攻 検査技術科学専攻	13：00～15：00 （120分）	18ページ

B34

必要があれば次の数値を用いなさい。

気体定数： 8.3×10^{3} Pa·L/(mol·K)　　絶対零度：　−273 ℃

アボガドロ定数： 6.0×10^{23} /mol

原子量： H = 1.0　N = 14.0　Mg = 24.3　Cl = 35.5

1 次の文章〔Ⅰ〕と〔Ⅱ〕を読み，問1から問7に答えなさい。

〔Ⅰ〕 イオン化エネルギーを同族元素で比較すると，一般に原子番号が大きいものほどイオン化エネルギーが小さく，たとえば，アルカリ金属元素の場合は Li ＞ Na ＞ K ＞ Rb ＞ Cs である。したがって，ここに示したアルカリ金属元素の中で最も陽イオンになりやすく，その単体の反応性が高い元素は［ア］である。また，同周期の元素で比較すると最もイオン化エネルギーが大きいのは［イ］元素である。［イ］元素の原子の価電子は［ウ］個であり，きわめて安定で化合物を作りにくい。イオン化エネルギーは原子の陽性の強さを知る上で重要な指標であるが，a) 水溶液中における金属の反応性についてはイオン化エネルギーの値だけから推測することはできない。一方，電子親和力は，その値が大きい原子ほど電子を受け取って安定化しやすく，17 族元素で大きな値となっている。

イオン化エネルギーと電子親和力という２つのエネルギーは，原子と電子の親和性に関わるものであり，その大きさは個々の原子で異なっている。このことは，原子どうしの結合において，結合に関与する電子を引き付ける強さが原子によって異なるということを示唆している。b) 原子が共有電子対を引き付ける強さの尺度として電気陰性度がある。

問１　空欄［ア］にあてはまる元素の名称，空欄［イ］にあてはまる周期表の族の名称をそれぞれ書きなさい。また，空欄［ウ］にあてはまる数字を０から８より１つ選んで解答欄の数字を○で囲みなさい。

問２　イオン化エネルギーについて述べた文として，その内容が誤っているものを①から⑤よりすべて選んで解答欄の番号を○で囲みなさい。

① 原子が最外殻電子を１個取り去られるときに放出するエネルギーである。

② イオン化エネルギーが大きいほど陽イオンになりにくい。

③ ナトリウム原子のイオン化エネルギーを Q〔kJ/mol〕とすると次式のように表される。　$Na(固) \rightarrow Na^{+}(気) + e^{-}$　$\Delta H = Q$〔kJ/mol〕

④ 一般に電子親和力が大きい原子ほど，イオン化エネルギーが小さい傾向がある。

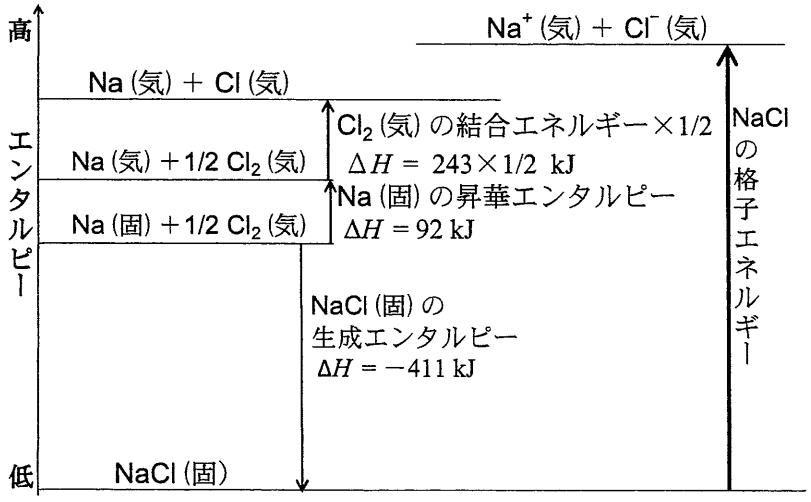
⑤ 水素とリチウムのイオン化エネルギーを比較すると水素の方が大きい。

問３　1 mol のイオン結晶のイオン結合を切断して，ばらばらのイオン（気体）にするのに必要なエネルギーを格子エネルギーという。格子エネルギーを直接測定するのは困難であるが，ヘスの法則を利用すると既知の測定値を利用して計算で求めることができる。下に示す気体の Na 原子のイオン化エネルギーと気体の Cl 原子の電子親和力，およびいくつかの過程のエンタルピーの変化を表す図を用いて，塩化ナトリウム NaCl の格子エネルギー〔kJ/mol〕を求め，その数値の小数第１位を四捨五入して整数で答えなさい。

Na (気) のイオン化エネルギー　496 kJ/mol　$\Delta H = 496$ kJ/mol

Cl (気) の電子親和力　349 kJ/mol　$\Delta H = -349$ kJ/mol　(＊注１)

(＊注１)　電子親和力は原子が電子を１個受け取ったとき放出するエネルギーなので ΔH の符号は逆になる



問４　下線部 a)について，次の(1)と(2)に答えなさい。

(1)　単体の金属（固体）が水溶液中で電子を放出して陽イオンになろうとする性質のことを金属の［　エ　］という。空欄［　エ　］にあてはまる語句を６文字で書きなさい。

(2)　①から③のような組み合わせで金属イオンを含む水溶液に金属の単体を浸したとき，変化がみられる場合はその変化をイオン反応式で書きなさい。変化が起こらない場合は解答欄に×を書きなさい。

① 硝酸銀水溶液に銅を入れた
② 硫酸亜鉛水溶液に銅を入れた
③ 硫酸銅（Ⅱ）水溶液に亜鉛を入れた

問５　下線部 b)について，次の(1)と(2)に答えなさい。ただし，各原子の電気陰性度の値は次のとおりとする。

H：2.2　C：2.6　N：3.0　O：3.4　F：4.0　Cl：3.2

(1)　①から⑤の結合のうち，結合の極性が最小であるものを選んで解答欄の番号を○で囲みなさい。

① C−H　② N−H　③ O−H　④ F−H　⑤ Cl−H

(2)　①から⑥の分子のうち，個々の原子間の結合には極性があるが，分子全体としては無極性分子となるものを３つ選んで解答欄の番号を○で囲みなさい。

① NH_3　② CH_4　③ CCl_4　④ H_2　⑤ H_2O　⑥ CO_2

〔Ⅱ〕　実験書に掲載されていた『気体の分子量の測定』の**<実験の手順>**に従い，ヘキサン(沸点 69 ℃)の分子量を求める実験を行い，実験で得られた分子量の値と分子式 C_6H_{14} から得られる分子量 86.0 という値を比較することで，その方法の妥当性を検討することにした。実験はすべて大気中で行い，大気圧は 1.00×10^5 Pa であった。断りがない限り，丸底フラスコ内の気体の温度は，水浴に浸けているときは水浴の温度に等しく，水浴に浸けていないときは室温に等しいとする。なお，水浴には加熱装置がついており，80 ℃以上の一定温度に保たれ，室温は 20.0 ℃であった。また，丸底フラスコの容積は 360 mL であり，温度による容積変化は無視してよく，実験を通して容積は一定であるとする。気体はすべて理想気体としてふるまうものとする。

<実験の手順>

(ⅰ)　乾いた空の丸底フラスコにアルミニウム箔と輪ゴムを載せたもの(図 1)を準備して，その全体（丸底フラスコ，アルミニウム箔および輪ゴム）の質量〔g〕を測定し，w_1 として記録した。

(ⅱ)　丸底フラスコに約 8 mL の液体のヘキサンを入れ，アルミニウム箔で丸底フラスコの口を覆い，輪ゴムでとめ，アルミニウム箔には針で小さな穴をあけた。

(ⅲ)　(ⅱ)の丸底フラスコを一定温度に保った水浴に深く沈めて固定し，加熱した(図 2)。

(ⅳ)　丸底フラスコ内のヘキサン（液体）が全部蒸発したのち，2,3 分そのまま放置して水浴に浸けた温度計の値が一定になっていることを確認してから目盛りを読んだところ，87.0 ℃であった。

(ⅴ)　丸底フラスコを水浴から取り出し，外側についている水をふき取り，室温まで十分に放冷したところ，ヘキサンの凝縮が観察された(図 3)。この状態の全体（アルミニウム箔と輪ゴムを付けたままの丸底フラスコ）の質量〔g〕を測定し，w_2 として記録した。

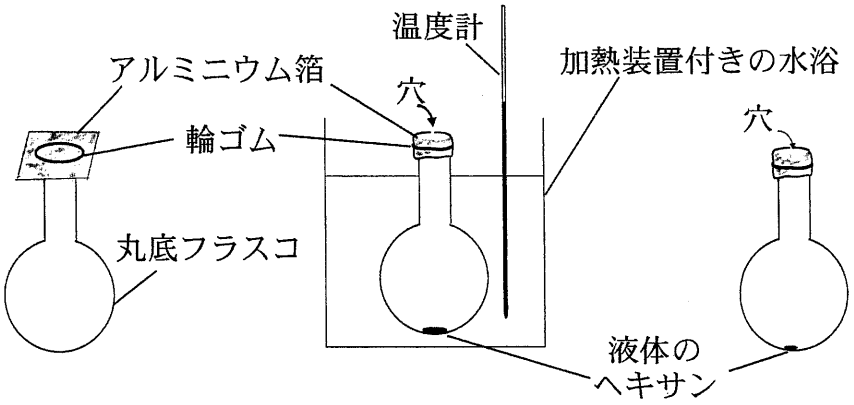


図1　　図2　　図3

問6　実験の開始から終了までの丸底フラスコ内の気体の様子を図 4-1 から図 4-6 に模式的に表した。図中の小さい点(・)は空気を構成する分子を表しており，大きい点(●)はヘキサン分子を表している。

図 4-1 は図 1 の状態を表しており，ここで質量測定してから液体のヘキサンを加えて加熱を始める。加熱を続けると図 4-2 から図 4-3 のように液体のヘキサンが徐々に蒸発して気体となり，アルミニウム箔の穴から空気が押し出され，余分なヘキサン蒸気も穴から出ていく。ついには図 4-4 のように液体のヘキサンがすべて蒸発して丸底フラスコ内がヘキサン蒸気のみで満たされる。**実験の手順**（iv）に相当するのが図 4-4 であり，この状態に気体の状態方程式を適用する。

室温まで放冷する過程で図 4-5 のようにヘキサンが凝縮するとともに空気が丸底フラスコ内にもどり，最終的に丸底フラスコ内が室温と同じ温度になる(図4-6)。図 4-6 が図 3 の状態を表している。図 4-6 に示したように室温でもヘキサンの一部は気体となっており，液体との間に気液平衡が成立しているとする。以上を踏まえて，(1)と(2)に答えなさい。ただし，ヘキサンの蒸気圧は 20 ℃で 2.00×10^4 Pa とする。

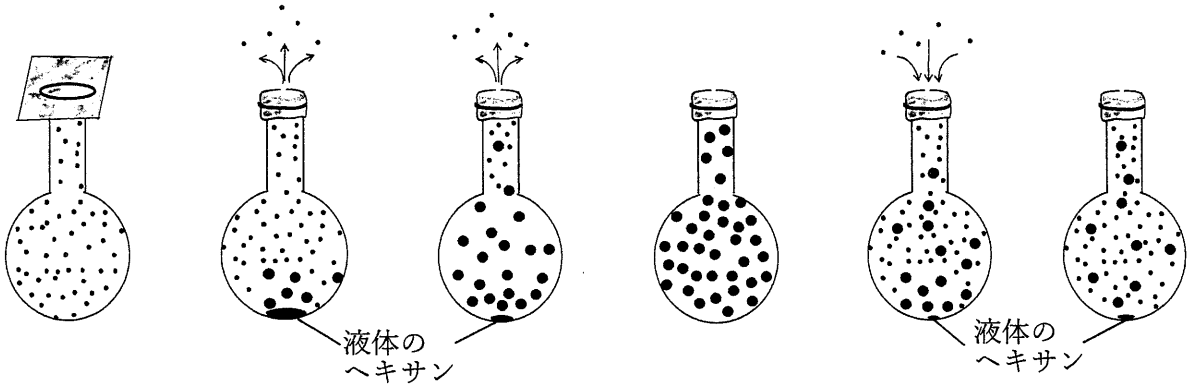


図 4-1　図 4-2　図 4-3　図 4-4　図 4-5　図 4-6

(1)　20 ℃でのヘキサンの蒸気圧 2.00×10^4 Pa と等しい圧力の 20 ℃の空気 360 mL の質量〔g〕を求め，その数値を有効数字 2 桁で書きなさい。ただし，20 ℃，1.00×10^5 Pa の条件下で，360 mL の空気の質量は 0.430 g とする。

(2)　実験の結果，$w_2 - w_1$ ＝ 0.96 g であった。20 ℃でのヘキサンの蒸気圧の値を考慮して，ヘキサンの分子量を求めたい。ヘキサンのモル質量を M〔g/mol〕として，M を求めるための式を以下のように立てた。空欄 [オ]，[カ] および [キ] に，問題文中に示された数値や問いの答えの数値のうち，適切なものを入れて式を完成させなさい。なお，図 3 において液体のヘキサンの体積は無視してよい。また，計算して得られたモル質量 M〔g/mol〕の値を [ク] に有効数字 2 桁で書きなさい。

$$M = \frac{(0.96 + \boxed{\text{オ}}) \times 8.3 \times 10^3 \times (273 + \boxed{\text{カ}})}{\boxed{\text{キ}} \times 360 \times 10^{-3}} \text{ g/mol}$$

上式を計算して　M ＝ [ク] g/mol

問7 次の（1）または（2）のように部分的に**＜実験の手順＞**どおりの操作を行わなかったとする。

(1) 手順（ⅳ）において，丸底フラスコ内にヘキサンの液体がほんのわずかに残っていたが，温度計の目盛りを読んで，手順（ⅴ）に進んだ。この操作以外はすべて**＜実験の手順＞**どおりに行った。

(2) 手順（ⅴ）において，水浴から丸底フラスコを引きあげたあと，丸底フラスコを氷水につけて十分に冷却し，ヘキサン蒸気が凝縮したことを確認後，まわりの水をふき取り，すぐにこの状態の全体の質量〔g〕を測定し，その値を w_2 として記録した。このとき丸底フラスコは室温よりも冷たく，内部の気体の温度も室温より低かった。この操作以外はすべて **＜実験の手順＞**どおりに行った。

(1), (2)のそれぞれについて，**＜実験の手順＞**どおりに操作したときと比べて値が変化する可能性のあるものを①から⑤よりすべて選んで，解答欄の番号を○で囲みなさい。ただし，図3は，(1)においては手順（ⅴ）のとおり室温まで十分に放冷した状態を表しており，(2)においては氷水から丸底フラスコを引き上げてまわりの水をふき取ってすぐの状態を表していることとする。また，図3において，丸底フラスコ内に存在する液体のヘキサンの体積はその増減に関わらず無視することができ，丸底フラスコ内の気体の体積は常に 360 mL とする。

① 図3の全体の質量（w_2〔g〕）の値
② 図3のときのヘキサンの蒸気圧の値
③ 図3の丸底フラスコ内に含まれる空気の質量の値
④ 図3の丸底フラスコ内に含まれるヘキサンの質量の値
⑤ 図3の丸底フラスコ内の酸素分圧の値

2 次の文章〔Ⅰ〕から〔Ⅲ〕を読み，問1から問10に答えなさい。

〔Ⅰ〕 炭素およびケイ素は 14 族に属する非金属元素である。同じ元素の単体であるが，互いに性質が異なる物質を［ア］という。炭素の単体には多くの［ア］があり，その一つであるダイヤモンドは［イ］を吸収しないために無色透明である。炭素の別の［ア］である［ウ］は，多数の炭素原子が正六角形型に平面状に敷き詰められた層が分子間力によって引き合い，積み重なった構造をとる黒色の固体である。［ウ］の層一枚のみからなる炭素の［ア］も存在し，これは［エ］と呼ばれる。さらに，炭素の［ア］には，C_{60}，C_{70} などの分子式をもつ球状分子もあり，これらは［オ］と呼ばれる。炭素原子およびケイ素原子はともに最外殻に［A］個の電子をもち，この電子を用いて水素原子やハロゲン原子との間に共有結合を形成する。

一方，同じ 14 族に属するが，金属元素に分類される元素としてスズおよび鉛がある。スズの合金の 1 つである［カ］は，融点が低いため金属の接合剤として用いられる。以前は［カ］として，スズとともに鉛を含む合金が用いられていたが，a) 最近では鉛を含まない合金が実用化され用いられるようになっている。鉛の化合物の中で，白色の硫酸塩や黒色の硫化物などは酸化数［B］の鉛を含んでいる。一方，赤色顔料の鉛丹の主成分となっている鉛の酸化物のように，酸化数［B］と［C］の２種類の鉛イオンを含む化合物も存在する。

問１　空欄［ア］から［カ］に入る最も適切な語句を書きなさい。

問２　空欄［A］から［C］に入る適切な数字を書きなさい。必要なら＋，－の符号を付けなさい。

問３　下線部 a)において，鉛を含まない合金が用いられるようになった理由を 15 文字以内で書きなさい。

問４　元素や原子に関する次の記述の中から正しいものをすべて選び，解答欄の記号を○で囲みなさい。

(a) すべての元素のすべての安定な同位体の原子は，必ず電子，陽子および中性子を含んでいる。

(b) 現在の周期表中では，元素は原子量が増加する順番に並んでいる。

(c) 族番号が 12 よりも小さい元素の中に，金属元素でない元素が存在する。

(d) 現在では，質量数 12 の炭素原子 ^{12}C が正確に 12 g あるとき，その中に含まれる ^{12}C の数と等しい数の集団のことを 1 mol と定義している。

(e) 第 2 周期で 1 族から 17 族に属する元素では，原子番号が大きくなるほど原子半径は増加する。

(f) 同じ電子配置をもつ単原子イオンである O^{2-}，F^{-}，Na^{+}，Mg^{2+}および Al^{3+}では，原子番号が大きくなるほどイオンの大きさは小さくなる。

〔Ⅱ〕 鉄のシュウ酸塩 $Fe_2(C_2O_4)_3 \cdot 6H_2O$ と b) ヘキサシアニド鉄(III)酸カリウムを水に溶かした溶液に白紙を浸した後，この白紙を取り出して暗所で乾燥させた。出来上がった紙（以後紙Ａと呼ぶ）に，図１のように星形の厚紙を載せ，その上から日光を10分間照射した。その間，紙Ａから二酸化炭素の発生が観測された。その後，紙Ａを水洗いして乾燥させたところ，星形の厚紙が載っていた部分は白色，星形の厚紙が載っていなかった部分は濃青色となり，星形が紙にくっきりと写し取られた。この星形の厚紙が載っていなかった部分に生じた濃青色の物質は，ターンブルブルーとよばれる，水に不溶性の化合物である。

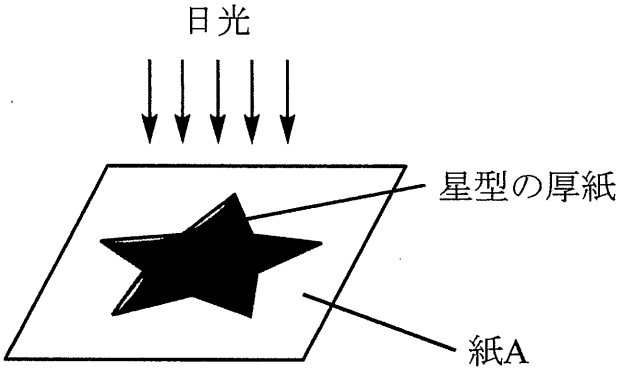


図1

問５　下線部 b)のヘキサシアニド鉄(III)酸カリウムの化学式を，配位子，配位数，カリウムの数などが明確に分かるように書きなさい。

問６　紙Ａの日光が当たった部分では，酸化還元反応が起こっている。この反応で，(1) 酸化された元素の酸化数の変化，および(2) 還元された元素の酸化数の変化を，それぞれ下の書き方の例にならって書きなさい。

〔例〕ClO^-から Cl^-が生じる反応での塩素の酸化数の変化の書き方：+1 → −1

〔Ⅲ〕 次の実験1から実験7はいずれも実験室で気体を発生させる実験，または発生した気体の反応の実験に関する記述である。

実験1　硫化鉄(II)に希硫酸を加えると，気体Xが発生した。

実験2　亜硫酸ナトリウム水溶液に希硫酸を加えると，気体Yが発生した。

実験3　塩化アンモニウム水溶液に水酸化カルシウムを加えて加熱すると，刺激臭のある気体Zが発生した。気体Zは湿った赤色のリトマス試験紙を青色に変色させた。

実験4　塩化アンモニウム5.35 gを水に溶かし，小過剰の亜硝酸ナトリウムを加えて加熱すると，窒素が発生した。

実験5　デンプン水溶液にヨウ素ヨウ化カリウム水溶液を加えて生じる青紫色溶液に，気体Xまたは気体Yを通したところ，いずれの場合も溶液の青紫色が消失した。

実験6　気体Xと気体Yを触媒存在下200～350 ℃で反応させると，硫黄と水が生成した。

実験7　窒素を金属マグネシウムと高温で反応させたところ，窒化マグネシウムが生成した。この化合物中のマグネシウムの酸化数は+2，窒素の酸化数は−3である。

問7　(1) 実験2，(2) 実験3および(3) 実験4で起こった化学反応のイオンを含まない化学反応式を，それぞれ解答欄(1)から(3)に書きなさい。

問8　実験1，実験2，実験3および実験4で発生した(1) 気体X，(2) 気体Y，(3) 気体Zおよび(4) 窒素を大気中で捕集するのに最も適した方法を，それぞれ次の(A)から（C）の中から1つずつ選び，その記号をそれぞれ解答欄(1)から(4)に書きなさい。

（A）水上置換　　（B）下方置換　　（C）上方置換

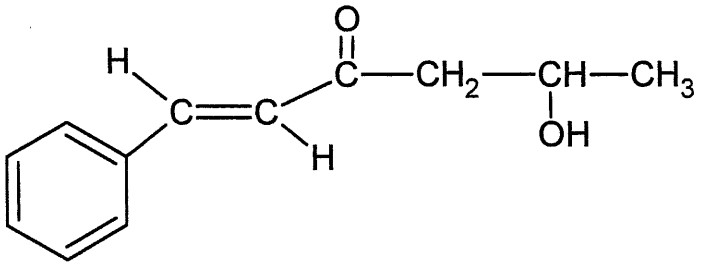
問9　(1) 実験5で，気体Yを通したときに起こる反応のイオンを含まない化学反応式を書きなさい。

(2) 実験6の反応で，還元剤としてはたらいた物質の分子式を書きなさい。

問10　実験4で塩化アンモニウムはすべて反応して窒素が生成した。生成した窒素をすべて使用して，過剰量の金属マグネシウムを用いて実験7を行ったところ，窒素はすべて消費された。生成した窒化マグネシウムの質量〔g〕を計算し，その数値を有効数字3桁で書きなさい。なお，実験4および実験7ではそれぞれ1つの化学反応のみが起こるものとする。

3 次の問1から問4に答えなさい。構造式を求められた場合には，（例）にならって書きなさい。

（例）



問1　有機化合物の性質について，(1)から(4)に答えなさい。

(1)　C_5H_{12} の炭化水素の構造異性体の中で，分子間にはたらく力が最も弱く沸点の最も低い異性体はどれか。その異性体の構造式を書きなさい。

(2)　アルコールが同程度の分子量を持つ炭化水素に比べて沸点が高いのは分子間にどのような相互作用があるためか。その相互作用を表す最も適切な語句を書きなさい。

(3)　メタン，エチレン，アセチレンの中で最も不完全燃焼を起こしやすく，燃えるときにすすが多く，炎がより赤くなるのはどれか。化合物の名称を書きなさい。

(4)　エタン，エチレン，アセチレンの中で過マンガン酸カリウム水溶液に加えても赤紫色が消えないのはどれか。化合物の名称を書きなさい。

問２　次の化合物(A)から(E)の中で，下の条件(1)から(5)のそれぞれに当てはまる化合物を選び，解答欄の該当する記号を○で囲みなさい。なお，それぞれの条件において解答は１つとは限らない。

(A) $CH_3CH{=}CHCH_2OH$　(B) $CH_3CH_2CH_2CHO$　(C) $CH_3CH_2COCH_3$
(D) $CH_2{=}CHCH(OH)CH_3$　(E) $CH_2{=}CHOCH_2CH_3$

(1) 臭素が付加してジブロモ化合物を与える。
(2) ヨウ素および水酸化ナトリウム水溶液と反応させると黄色沈殿が生じる。
(3) 不斉炭素原子を持っている。
(4) フェーリング液を加えて温めると赤色沈殿ができる。
(5) シス－トランス異性体が存在する。

問３　次の記述の反応で生成する化合物ＡからＥの構造式を書きなさい。

(1) メタンと大過剰の塩素の混合物に紫外線を照射すると無極性分子である化合物Ａが得られる。

(2) アセチレンに触媒の存在下で水を付加させると化合物Ｂが得られる。

(3) 加熱した濃硫酸にエタノールを加え 130～140 ℃に加熱すると分子間の反応により化合物Ｃが得られるが，同じ反応を 160～170 ℃で行うと分子内の反応により化合物Ｄが得られる。

(4) 濃硫酸存在下でグリセリンと硝酸を反応させると，火薬や狭心症治療薬に用いられる化合物Ｅが生成する。

問４　以下の文章を読んで，下の(1)および(2)に答えなさい。

鎖状炭化水素基 R とカルボキシ基から構成されるモノカルボン酸（一価カルボン酸）RCOOH は [A] と呼ばれ，広い意味では R には H も含まれる。その中で炭素数の多いものを [B]，少ないものを [C] という。この広義の [A] の中の飽和カルボン酸の中で最も強い酸性を示すのは [D] であり，[D] はカルボン酸であるが分子中に [E] 基が存在するため還元性を示す。油脂はグリセリンとさまざまな [B] からなるエステルの混合物である。油脂に水酸化ナトリウムを加えて加熱すると加水分解されセッケンとグリセリンになる。この加水分解は [F] と呼ばれる。セッケンは水に混じりにくい [G] 基である炭化水素基と水に混じりやすい [H] 基であるイオン部分$-COO^-Na^+$からなり，このように分子中に [G] 基と [H] 基をあわせもつ物質を [I] という。セッケンは水中では，[H] 基を外側にして集まることにより [J] を形成しコロイド粒子となる。

(1) 空欄 [A] から [J] に入る最も適切な語句あるいは化合物名を書きなさい。

(2) セッケンは水に溶かしたときに弱塩基性となる。このことを示す以下のイオン反応式の空欄 [K] と [L] に最も適した化学式を入れて，イオン反応式を完成しなさい。

$$RCOO^- + H_2O \rightleftharpoons \boxed{\quad K \quad} + \boxed{\quad L \quad}$$

令和７年度（2025 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６年 11 月２日

志願学部／学科／専攻	試験時間	ページ数
医学部保健学科 放射線技術科学専攻 検査技術科学専攻	13：00～15：00 （120 分）	11 ページ

B2346

———このページは白紙———

1 次の文章を読み，以下の問（1）～（8）に答えよ。

(a)塩基対数がわからない DNA を挿入した(b)プラスミドがある。この DNA の塩基対数を解析することを目的として，(c)制限酵素や(d)電気泳動装置を用いて，下記の実験を行った。ただし，この実験で用いた DNA を挿入する前のプラスミド DNA の大きさは 2930bp（塩基対）である。なお，このプラスミドを制限酵素 *Eco*RIと *Xho*Iで切断した部分に，下線部(a)の塩基対数がわからない DNA を挿入した。

① 3 本のマイクロチューブ A, B, C を用意した。

② それぞれのマイクロチューブに，マイクロピペットを用いて，蒸留水，制限酵素用緩衝（かんしょう）液（少量の酸や塩基を加えたり，多少濃度が変化したりしても水素イオン濃度が大きく変化しない溶液），下線部（a）を挿入した下線部（b）のプラスミドの DNA 溶液を順番に入れた。

③ A のマイクロチューブには(e)制限酵素 *Eco*RI溶液を，B には制限酵素 *Xho*I溶液を，C には制限酵素溶液（制限酵素 *Eco*RI溶液と制限酵素 *Xho*I溶液の混合液）を入れた。

④ これらのマイクロチューブのふたをして，よく混ぜた。

⑤ 準備したマイクロチューブを 37℃で 30 分間保温した。

⑥ 反応後の DNA 溶液に青い色素溶液を加えて，よく混ぜた。

⑦ この 3 本のマイクロチューブから内部の試料をマイクロピペットで取り，電気泳動装置のアガロースゲルの別々の溝（ウェル）にゆっくりと注入した。（マイクロチューブ A はレーン 1 の溝に，B はレーン 2 の溝に，C はレーン 3 の溝に入れた。また，塩基対数のわかっている DNA をマーカーとして別の溝に入れた。）

⑧ この電気泳動装置のアガロースゲルに 100V で 30 分間通電した。

⑨ この結果，次の図 1 のようになった。

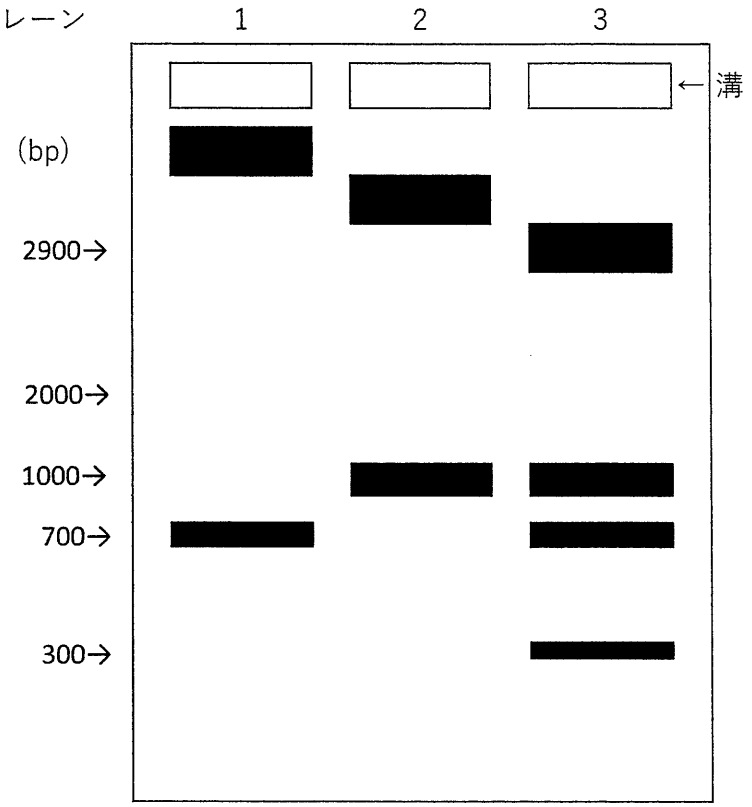
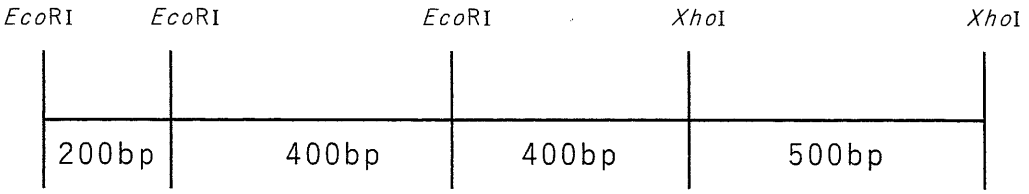


図 1

問(1)　上記の実験結果から下線部(a)の塩基対数がわからない DNA の制限酵素地図（制限酵素 *Eco*RIと制限酵素 *Xho*Iで切断することのできる位置とそれぞれの塩基対の大きさがわかるもの）を下記の例のように記せ。なお，DNA 断片を組み込んだ元のプラスミドには *Eco*RI，及び *Xho*Iで切断できる塩基配列はそれぞれ 1 カ所しかないものとする。

例



問(2)　下線部(b)のプラスミドとはどのようなものか，2 行以内で記せ。

問(3)　下線部(c)の制限酵素は多くの細菌の中でどのようなはたらきをしているか，2 行以内で記せ。

問(4)　下線部(d)の電気泳動装置でアガロースゲルに電圧を加えると，DNA はなぜ移動していくのか。DNA を構成する物質の特性をふまえて，2 行以内で記せ。

問(5)　下線部(e)の制限酵素 *Eco*RIは DNA の塩基配列 GAATTC の部分を切断する。2 本に切断された箇所の塩基配列を書け。(どのように切断されたかわかるように書くこと。対になっている塩基配列の部分も書くこと。)

問(6)　約 420 万塩基対からなる大腸菌の DNA を下線部(e)の制限酵素 *Eco*RI で切断すると，理論的には何カ所で切断されるか。小数点以下第 1 位を四捨五入して整数で答えよ。

問(7)　ヒトのインスリン遺伝子を取り出し，そのままプラスミドを用いて大腸菌に取り込ませても，大腸菌は機能を持ったインスリンを生産することはできない。その理由を 2 行以内で記せ。

問(8)　ゲノム編集は短時間で簡単に遺伝子を操作する CRISPR-Cas9 という手法で行われるようになった。この方法でどのように特定の遺伝子を挿入するのか，下記の語句をすべて用いて，4 行以内で記せ。

【語群】　遺伝子，ヌクレオチド鎖，Cas9 タンパク質，ガイド RNA，DNA

2 次の文章を読み，以下の問（1）～（7）に答えよ。

有性生殖は配偶子の形成時に遺伝子の(a)組換えが起こるため，親とは異なった遺伝子の組み合わせをもった子孫をつくることができる。しかし，植物の両性花の中で受精が起こる場合は，多様性のある子孫を残す可能性は小さくなる。自家受精は受精の効率を上げるには有効だが，多様性を持った子孫を残すには自家受精を抑制し，他家受精（他の個体と受精する）を促すしくみが必要である。自家受精を防ぐしくみには様々なものがあるが，そのうちの一つに自家不和合性がある。(b)ナス科の植物においては花粉側のタンパク質の型と雌しべ側のタンパク質の型が一致すると，花粉管の成長が途中で止まってしまい，受精することができない。

問(1) ある植物の花の色に関する対立遺伝子 A と a，及び花粉の形状に関する対立遺伝子 B と b は一対の相同染色体上に存在している。一方の染色体では遺伝子 A と B が連鎖し，対になる染色体では遺伝子 a と b が連鎖している。遺伝子型 AABB の個体と aabb の個体を交配すると，F_1（雑種第 1 代）の遺伝子型はすべて AaBb になった。この個体が配偶子を形成する時に下線部（a）の組換えが生じ，その組換え価は 12.5％であった。この場合，F_1（遺伝子型 AaBb）同士を交配すると，F_2（雑種第 2 代）の表現型の分離比はどのようになるか。ただし，遺伝子型 AABB, AaBb などを持つ個体の表現型は[AB]，AAbb, Aabb などは [Ab]として，[AB]: [Ab]: [aB]: [ab]の形で記せ。

問(2) あるナス科の植物の花粉を形成する親において，自家不和合性にかかわる遺伝子型を S_1S_2 とし，胚珠を形成する親の遺伝子型を S_2S_3 とする。この花粉を形成する親と胚珠を形成する親を交配した。

（ｉ）F_1 の胚の遺伝子型の比を記せ。

（ii）F_1 の胚乳の遺伝子型の比を記せ。

ただし，このナス科の植物では花粉の遺伝子と胚珠の遺伝子に同じものが含まれる場合は受精しない。

問(3)　下線部（b）の場合の自家不和合性を示す原因としては花柱（雌しべの柱頭と子房の間）が分泌する RNA を分解する酵素を花粉管側が不活性化できないからと考えられている。なぜ花粉管の成長が止まってしまうのか，2 行以内で記せ。

問(4)　被子植物の卵細胞形成の過程を下記の語句をすべて用いて，6 行以内で記せ。

【語群】　胚珠，胚のう細胞，胚のう，胚のう母細胞，卵細胞，反足細胞，中央細胞，減数分裂，極核，助細胞，核分裂

問(5)　減数分裂と体細胞分裂の過程で異なる点を 2 つ記せ。

問(6)　あるイネ科の植物では，胚乳を培養することによって植物体が再び分化することが報告されている。これは胚乳も胚と同様に植物体になる能力を保持していると考えられる。この性質を利用して開発できると考えられているものは何か，1 行で記せ。

問(7)　シロイヌナズナの遺伝子 F は胚乳において母親（中央細胞）から遺伝したときのみ発現する。一方，父親（精細胞）から遺伝した対立遺伝子は不活性な状態に保たれている。遺伝子 F は DNA のプロモーター領域がメチル化（DNA の塩基にメチル基[$-CH_3$]が付加されること）されることによって発現が抑制される。しかし，雌性配偶体の中央細胞では，この領域がある酵素によって脱メチル化（メチル基が離れること）されるので遺伝子 F は活性化される。そのため，受精後の胚乳においては，母親に由来する遺伝子が選択的に発現する。一方，雄性配偶子では別の酵素が働き，メチル化が維持され遺伝子発現の抑制状態が維持される。メチル化が維持されると遺伝子発現が抑制されるのはなぜか，そのしくみを 2 行以内で記せ。

3 次の文章を読み，以下の問（1）～（7）に答えよ。

水は生命にとって不可欠な物質であり，水なしに生物は生きていけない。水は分子量が小さいため，環境内に豊富に水が存在する場合には，細胞内と細胞外の溶質の濃度差を利用して，低張液から高張液へと水分子を移動させることができる。これを浸透という。しかし，(a)細胞膜は疎水性の障壁を持つリン脂質二重層なので，浸透だけに頼った細胞膜の水の移動はわずかしか生じない。それにもかかわらず，動物の赤血球，(b)腎臓の細胞などは細胞膜を横切って多量の水を高速に通すことができる。多くの科学者は，このような細胞の細胞膜には(c)多量の水を高速に透過するタンパク質があると考えた。そこである科学者は，赤血球の細胞膜に多量に存在するタンパク質Hが，このタンパク質であると考え，下記の実験Iを行った。

① ヒトのタンパク質Hの遺伝情報を持つmRNAを含む水溶液を，アフリカツメガエルの卵母細胞Aに注入した。
② 卵母細胞BにはmRNAを含まない水溶液を，①と同じ量を注入した。
③ 卵母細胞Cには別のタンパク質の遺伝情報を持つmRNAを含む水溶液を，①と同じ量を注入した。
④ ①～③の操作をした卵母細胞を，室温で等張液（アフリカツメガエルの体液の浸透圧にほぼ等しい溶液）の中に72時間入れた。
⑤ その後，卵母細胞を入れた溶液を，約3倍量の蒸留水で薄めた。

実験Iの結果

卵母細胞Aは大量の水が入り，数分後に破裂した。
卵母細胞Bは水が入って多少膨張したが，破裂しなかった。
卵母細胞Cはほとんど膨張しなかった。

その後，下記の実験IIを行った。

アフリカツメガエルの卵母細胞に，タンパク質を介在する水透過を阻害する塩化水銀（II）（$HgCl_2$）や，塩化水銀（II）による水透過の阻害を解除する化学物質Mを与えて，水分子が透過する速度を調べた。

表1　実験IIの結果

タンパク質HのmRNAの卵母細胞への注入	塩化水銀（II）	化学物質M	水分子の透過する速度
なし	なし	なし	（ア）
なし	あり	なし	（イ）
なし	あり	あり	（ウ）
あり	なし	なし	（エ）
あり	あり	なし	（オ）
あり	あり	あり	（カ）

問(1)　下線部(a)の細胞膜の断面図を親水性の部分と疎水性の部分がどのように分布しているかわかるように模式的に書け。

問(2)　ヒトの体液の塩分濃度が上昇した際，下線部(b)のヒトの腎臓において，水の再吸収を促進するホルモンが働くまでの過程を3行以内で記せ。

問(3)　(i)　下線部(c)のタンパク質の名称を記せ。

(ii)　細胞膜で主にイオンを受動輸送しているタンパク質の名称を記せ。

問(4)　小腸の上皮細胞では，腸管側のグルコース濃度が小腸上皮細胞内よりも低いにもかかわらず，グルコースを小腸上皮細胞に取り込んでいる。どのようなしくみで取り込んでいるのか，3行以内で記せ。

問(5)　実験Iでタンパク質 H が水を高速で透過するタンパク質であることは推測できた。実験IIでは実験Iの結果を支持するデータが得られた。表 1 の（ア）～（カ）の中で水分子の透過する速度が速いものを 2 つ選べ。

問(6)　実験Iと実験IIで，タンパク質 H が水を高速で透過するタンパク質であることは推測できた。しかし，アフリカツメガエルの卵母細胞には既に水を高速で透過するタンパク質が存在し，タンパク質 H はそのタンパク質を活性化したにすぎないのではないかという批判が出た。それに対して，ある実験を行い，タンパク質 H が水を高速で透過するタンパク質であることを明らかにした。どのような実験をしたと考えられるか，下記の語句をすべて用いて，3 行以内で記せ。

【語群】減少，体積，脂質分子，等張液，スクロース，小胞，
タンパク質 H，ヒトの赤血球，人工の膜

問(7)　以下は細胞膜ではたらく，あるホルモンに関する文章である。空欄 [キ] ～ [シ] に適する語句を入れよ。

[キ] は副腎髄質から分泌され血液中を移動し，このホルモンの [ク] 器官である肝臓の細胞膜上の [ケ] に結合する。その結果 [ケ] の立体構造が変化して，細胞膜上にある [コ] を活性化する。活性化した [コ] は [サ] から cAMP という情報伝達物質を新たに産生する。cAMP はさらに別の [コ] を活性化して，一連の反応を促進し，最終的にグリコーゲンがグルコースに分解される。この結果グルコースが血液中に運ばれて血糖濃度が上昇する。cAMP のような細胞内の情報伝達物質は，[シ] とよばれる。

令和７年度（2025 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６年 11 月２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	16：00～17：30 （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. 特に指示がある場合以外は，日本語で記入してください。
8. 解答に字数の指定がある場合は，句読点，数字，アルファベット，記号も１字として数えてください。
9. 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。

C2346

———このページは白紙———

———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。

著作権の都合上、この部分はご覧いただけません。

C2346

著作権の都合上、この部分はご覧いただけません。

C2346

問１　下線部（1）の that が示す内容を本文に即して説明しなさい。

問２　下線部（2）の 8 countries について，文中ではいくつかに分類されている。どのように分類されているか説明しなさい。

問３　下線部（3）について，we が指すものを具体的に示して，日本語に訳しなさい。

問４　本文の内容から正しいと判断できるものを，次の (A)〜(D) の中から一つ選び，記号で答えなさい。

(A) スペインとウクライナでは国民の英語習熟度が異なっている。
(B) 学術論文の審査過程では，研究内容の正確さと英語の質の問題は分けて評価される。
(C) 英語が堪能でない人にとって，論文やプレゼンテーションだけでなく，研究費を獲得するための申請も困難である。
(D) 英語を母国語とする国の数は世界の国の数の 5%に過ぎない。

C2346

———このページは白紙———

2 次の英文を読んで，以下の問いに答えなさい。

著作権の都合上、この部分はご覧いただけません。

C2346

著作権の都合上、この部分はご覧いただけません。

C2346

著作権の都合上、この部分はご覧いただけません。

C2346

問１　本文中で 下線部(1)Avian と同じ意味で用いられている英単語を答えなさい。

問２ 下線部(2)を日本語に訳しなさい。

問３ 下線部(3)について、なぜ It should be no surprise なのか、その理由について本文に即して簡潔に説明しなさい。

問４　下線部(4)について、 なぜ controversial なのか、その理由について本文に即して簡潔に説明しなさい。

問５　以下の (A)～(D) のうち，本文の内容から誤っていると判断できるものを二つ選び，記号で答えなさい。

(A) HPAI に感染した人は５０％以上の確率で死に至る。
(B) 最初の HPAI は野生のガチョウから見つかった。
(C) 鳥の死体を見つけた場合は HPAI に感染している可能性があるので、拾って専門機関に持っていく必要がある。
(D) HPAI の世界的な流行を抑制する施策の一つとして，家禽飼育羽数の増加の抑制があげられる。

C2346

3 次の英文を読んで，以下の問いに答えなさい。

[1] In the 1990s and early 2000s, technologists made the world a grand promise: new communications technologies would strengthen democracy, undermine authoritarianism, and lead to a new era of human *flourishing. But today, (1)few people would agree that the internet has lived up to that *lofty goal.

[2] Today, on social media platforms, content tends to be ranked by how much engagement it receives. Over the last two decades politics, the media, and culture have all been reshaped to meet a single, overriding incentive: *posts that provoke an emotional response often rise to the top. Efforts to improve the health of online spaces have long focused on content moderation, the practice of detecting and removing bad content. Tech companies hired workers and built AI to identify hate speech, *incitement to violence, and harassment. That worked imperfectly, but it stopped the worst toxicity from flooding our feeds. There was one problem: while these AIs helped remove the bad, they didn't elevate the good. "Do you see an internet that is working, where we are having conversations that are healthy or productive?" asks Yasmin Green, the CEO of Google's Jigsaw unit, which was founded in 2010 with a remit to address threats to open societies. "No. You see an internet that is driving us further and further apart." What if there were another way?

[3] Jigsaw believes (2)it has found one. On Monday, the Google subsidiary revealed a new set of AI tools, or classifiers, that can score posts based on the likelihood that they contain good content: Is a post *nuanced? Does it contain evidence-based reasoning? Does it share a personal story, or foster human compassion? By returning a numerical score (from 0 to 1) representing the likelihood of a post containing each of those virtues and others, these new AI tools could allow the designers of online spaces to rank posts in a new way. Instead of posts that receive the most likes or comments rising to the top, platforms could — in an effort to foster a better community — choose to put the most nuanced comments, or the most compassionate ones, first.

[4] The breakthrough was made possible by recent advances in (3)large language models (LLMs), the type of AI that underpins *chatbots like ChatGPT. In the past, even training an

C2346

AI to detect simple forms of toxicity, like whether a post was racist, required millions of labeled examples. Those older forms of AI were often *brittle and ineffectual, not to mention expensive to develop. But the new generation of LLMs can identify even complex linguistic concepts out of the box, and *calibrating them to perform specific tasks is far cheaper than it used to be. Jigsaw's new classifiers can identify "attributes" like whether a post contains a personal story, curiosity, nuance, compassion, reasoning, *affinity, or respect. "It's starting to become feasible to talk about something like building a classifier for compassion, or curiosity, or nuance," says Jonathan Stray, a senior scientist at the Berkeley Center for Human-Compatible AI. "These fuzzy, contextual, know-it-when-I-see-it kind of concepts - we're getting much better at detecting those."

[5] This new ability could be a watershed for the internet. Green, and a growing chorus of academics who study the effects of social media on public discourse, argue that content moderation is "necessary but not sufficient" to make the internet a better place. (4)Finding a way to boost positive content, they say, could have *cascading positive effects both at the personal level — our relationships with each other — but also at the scale of society. "By changing the way that content is ranked, if you can do it in a broad enough way, you might be able to change the media economics of the entire system," says Stray, who did not work on the Jigsaw project. "If enough of the algorithmic distribution channels disfavored divisive rhetoric, it just wouldn't be worth it to produce it any more."

（出典："The AI that Could Heal a Divided Internet" April 15, 2024, *Time* より一部改変）

(注)

*flourishing: 繁栄　　*lofty: 高尚な

*post(s): 投稿　　*incitement: 誘因

*nuanced: ニュアンス（微妙な差異）を含んでいる

*chatbot(s): テキストや音声を使って自動で会話を行うプログラム

*brittle: 脆い　　*calibrating: 調整する

*affinity: 親和性　　*cascading: 連鎖する

C2346

問１　下線部 (1) について，どうして few people would agree なのか，段落[2]で述べられている内容に即して説明しなさい。

問２　下線部 (2) の具体例としてあげられているものを，段落[3]で述べられている内容に即して 120 字程度で説明しなさい。

問３　下線部 (3) large language models (LLMs) がもつ，従来の AI にはない特徴を，２点説明しなさい。

問４　下線部 (4) を日本語に訳しなさい。

C2346

東北大学医学部保健学科

令和７年度（２０２５年度）

ＡＯ入試（総合型選抜）Ⅲ期　筆記試験

（試験時間　11：00～12：00　（60分））

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ない。**

2．試験開始の合図の直後に，配付された**問題冊子（７ページ），解答用紙（２枚）**がすべてあることを確認すること。なお，問題冊子のページの脱落，印刷不鮮明の箇所及び解答用紙の汚れなどがあった場合には，手を挙げて監督者に申し出ること。

3．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ない。

4．**最初に，解答用紙（２枚）に受験記号番号を忘れずに記入すること。**

5．解答は，必ず解答用紙の指定された箇所に記入すること。

6．解答に字数の指定がある場合，句読点，数字，アルファベット，記号も１字として数えること。

7．試験終了後，解答用紙を回収するので，持ち帰ってはいけない。問題冊子は持ち帰ること。

— このページは白紙 —

— このページは白紙 —

次の原子力及び放射線緊急事態後の防護措置に関する英文を読み，設問に日本語で答えなさい。

(1) A nuclear or radiological emergency can be declared as a result of an actual or potential release of radioactivity. Once a nuclear or radiological emergency has been declared, quick action is required during the emergency exposure situation. The emergency exposure situation can be divided into three phases. The timeline of these phases is dependent on the nature and scale of the nuclear or radiological emergency.

*__The urgent response phase__ is the period in which actions must be taken within hours or days to be effective; these are the *precautionary and urgent *protective actions that have been *predetermined in **the preparedness phase** and are based on observables and conditions at a facility (e.g. the declaration of a *general emergency). (2) Precautionary urgent protective actions are implemented before or shortly after a release of radioactive material to avoid severe *deterministic effects. The precautionary urgent protective actions include the consumption of an *ITB (Iodine Thyroid Blocking) agent, the safe *evacuation of the *PAZ (Precautionary Action Zone) beyond the *UPZ (Urgent Protective action planning Zone) and food, milk and drinking water restrictions. These precautionary urgent protective actions should take place within an hour of the declaration of a general emergency. (3) Urgent protective actions need to be implemented within hours or days of the declaration of an emergency to maximise their effectiveness. These actions include evacuation, short-term sheltering, actions to reduce *inadvertent ingestion, *decontamination of individuals and protection of the food and water supplies, restrictions on significantly *contaminated food and water supplies and the provision of instructions to protect agricultural products. These urgent protective actions are implemented within the predetermined emergency planning zones and distances. Within the UPZ, urgent protective actions can include sheltering or evacuation, administering of ITB agents, actions to reduce inadvertent ingestion and instructions to the public not to consume food that may have been directly contaminated or not to consume milk from animals that may *graze on contaminated ground. The principle urgent protective action within the *EPD (Extended Planning Distance) is to take actions to reduce inadvertent ingestion by keeping hands away from the mouth, not to drink,

the urgent response phase：緊急対応期
precautionary：予防的
protective action：防護措置
predetermine：あらかじめ決める
general emergency：全面緊急事態
deterministic effects：確定的影響
ITB：甲状腺ヨウ素剤
evacuation：避難
PAZ：予防的防護措置を準備する区域
UPZ：緊急防護措置を準備する区域
inadvertent ingestion：不注意な摂取
decontamination：除染、汚染除去
contaminate：（放射性物質に）汚染する

graze：（家畜が）草を食べる
EPD：拡大計画距離

eat or smoke until hands are washed. The urgent protective actions within the *ICPD (Ingestion and Commodities Planning Distance) are to place grazing animals on protected feed *if feasible, to protect food and drinking water sources and to stop the consumption and distribution of non-essential local produce, wild-grown produce, milk from grazing animals and animal feed until the levels of contamination have been assessed. Environmental monitoring should also begin as soon as practicable to implement the appropriate restrictions on food and drinking water from rainwater where they may be contaminated to levels requiring restrictions. Following the declaration of an emergency, specific urgent protective actions can be implemented before and shortly after the release of radioactivity to the environment to reduce the risk of contamination of animals. Such actions include :

ICPD：経口摂取・物品計画距離

if feasible：可能であれば

- Short-term sheltering of animals
- Provision of clean feed
- Covering of harvested fodder
- Closure of air intake valves at food processing plants

At **the early response phase**, the radiological situation has been sufficiently characterized to enable the *implementation of actions that are effective within days or weeks; these are the early protective actions. Early protective actions are those pre-established in **the preparedness phase** and are based on *operational criteria, such as *OILs (Operational Intervention Levels), until more detailed characterization of radioactivity in the environment and laboratory analysis of food, milk and water samples are conducted in the transition phase. (4) <u>The environmental monitoring, sampling and laboratory analysis</u> can be used to start adjusting the initial protective actions implemented in **the urgent response phase** to confirm the *adequacy of the controls in place, to provide for additional protective actions or to remove restrictions. This could lead to:

implementation：実行

operational：運用上の

OILs：運用上の介入レベル

adequacy：妥当性

- Longer-term restrictions on food, milk and drinking water
- *Relocation of people if they are living in areas where essential food and drinking water is contaminated and replacements cannot be provided
- Actions to prevent contaminated food and animal feed from entering the food chain

relocation：移転

(5) <u>There may also be a need to revise the OIL values and to extend monitoring and assessment beyond the initial emergency planning zones and distances to take into account the conditions during the emergency.</u> This could lead to additional restrictions or the lifting of restrictions on food, milk and drinking water in certain areas. Consideration also needs to be given to the protection of international trade and *commercial interests, and restrictions can be placed on food and commodities from affected areas until it has been verified that they do not exceed internationally agreed criteria for trade. **The early response phase** is the time where other agricultural *countermeasures can begin to be implemented in order to protect the food chain and to *avert dose over longer time periods.

commercial interest：商業的利益

countermeasure：対応策
avert：防ぐ

("Nuclear and Radiological Emergencies in Animal Production Systems, Preparedness, Response and Recovery", Ivancho Naletoski, Anthony G. Luckins, Gerrit Viljoen, Springer, 2021 より一部改変)

(設問)

1. 下線部(1)を和訳しなさい。

2. 本文で説明されている緊急時被ばく状況の三つの段階と取るべき措置をまとめると以下の表のようになる。この表を参考にして以下の 2-1.と 2-2.の問いに答えなさい。

phase（段階） ※本文中では太字で記載	action（措置）
The preparedness phase（準備期）	
The urgent response phase（緊急対応期）	下線部(2)：Precautionary urgent protective actions（予防的緊急防護措置）
	下線部(3)：Urgent protective actions（緊急防護措置）
The early response phase（早期対応期）	The early protective actions（早期防護措置）

2-1. 下線部(2) Precautionary urgent protective actions（予防的緊急防護措置）の実施時期と目的について説明しなさい。

2-2. 下線部(3) Urgent protective actions（緊急防護措置）の実施時期と目的について説明しなさい。

3. 次の(ア)～(オ)の緊急防護措置は，どの区域(距離)において実施すべきか，本文中で示されている以下の①～③の区域(距離)から1つずつ選び，番号で答えなさい。

① EPD　: Extended Planning Distance（拡大計画距離）

② ICPD: Ingestion and Commodities Planning Distance（経口摂取・物品計画距離）

③ UPZ　: Urgent Protective action Planning Zone（緊急防護措置準備区域）

(ア)食料や水源の保護

(イ)甲状腺ヨウ素剤の投与

(ウ)放射性物質を含む可能性がある飲食物の摂取制限の指導

(エ)汚染レベルが評価されるまで野生で生育した農産物の消費と流通を停止

(オ)手を口から離し，手を洗うまで飲食や喫煙をしない

4. 下線部(4)を実施する目的について，本文に即して 70 字程度(句読点含む)で説明しなさい。

5. 下線部(5)で紹介されているような行動を取った場合，どのような影響が生じる可能性があるか。本文に即して 150 字程度(句読点含む)で説明しなさい。

6. 本文の内容を理解した上で，原子力あるいは放射線に関する全面緊急事態に遭遇した人々に対する助言や貢献について，あなたの意見を 100 字程度(句読点含む)で述べなさい。

令和７年度
ＡＯ入試問題集
（歯学部）

公表期限：2028 年 3 月末

東北大学アドミッション機構

令和７年度（2025 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６年 11 月２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。

A246

―――このページは白紙―――

$\boxed{1}$ 以下の問いに答えよ。

(1) 曲線 $C : y = x^3 - 3x^2$ を考える。

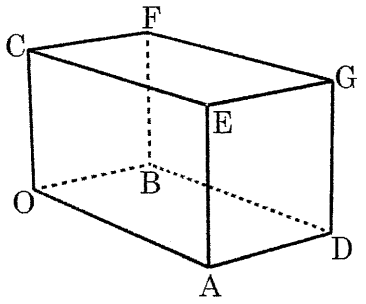
(ア) C 上の点 $\mathrm{A}(t, t^3 - 3t^2)$ における接線の方程式を t を用いて表せ。

(イ) a を実数とし，$a \neq 1$ とする。点 $\mathrm{P}(a, -3a+1)$ から C に引いた接線の本数は，ちょうど 2 本であることを示せ。

(2) x についての不等式 $|2x-1| \leqq mx + m - 1$ が実数解をもつように，正の定数 m の値の範囲を定めよ。

A246

2 右図のように，OA = 2，OB = OC = 1 の直方体OADB−CEGFがある。線分EFの中点をM，線分OMと線分CDの交点をP，頂点Cから平面OFMに下ろした垂線とOFMとの交点をHとする。$\overrightarrow{OA}=\vec{a}$，$\overrightarrow{OB}=\vec{b}$，$\overrightarrow{OC}=\vec{c}$とおく。以下の問いに答えよ。



(1) $\overrightarrow{OP}$を$\vec{a}$，$\vec{b}$，$\vec{c}$を用いて表せ。 また，OP : PMを求めよ。

(2) $\overrightarrow{OH}$を$\vec{a}$，$\vec{b}$，$\vec{c}$を用いて表せ。また，点Hは平面OFM上のどのような位置にあるか。

(3) 三角形OFMの面積Sを求めよ。

(4) 三角錐OCFPの体積Vを求めよ。

A246

$\boxed{3}$ 以下の問いに答えよ。

(1) 円 $x^2+y^2=4$ と曲線 $y=\dfrac{1}{x}$ の共有点の座標を求めよ。

(2) 次の連立不等式の表す領域 D を座標平面上に図示せよ。

$$\begin{cases} xy \geqq 1 \\ x^2+y^2 \leqq 4 \end{cases}$$

(3) (2) で求めた領域 D の面積 S を求めよ。

A246

令和７年度（2025 年度）東北大学

ＡＯ入試（総合型選抜）Ⅱ期

筆記試験②　封筒

令和６年 11 月２日

志願学部	試 験 時 間	問題冊子数
歯　　学　　部	13：00～15：00 （120 分）	３冊

注　意　事　項

1. **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。**
2. この封筒には，「問題冊子」３冊，「解答用紙」３種類，「メモ用紙」２枚が入っています。
3. 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

4. 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。
5. 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。
6. 「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。**
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」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。

B2

令和７年度（2025 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６年 11 月２日

志願学部	試験時間	ページ数
歯　　学　　部	13：00～15：00 （120 分）	12 ページ

B2456

1 図1のように，長さ $2L$ の細い円筒内に，ばね定数 k，自然長 $2L$ のばねを入れ，ばねの一端を円筒の左端に固定し，他端に質量 m の小物体Aを取り付けた。小物体Aは円筒のなめらかな内面に接しながら運動することができ，円筒は変形することなく，小物体Aの運動とばねの縮みを円筒に沿った方向に限定する役割をもつ。また，円筒は密閉されておらず，気体の圧力による力は考えなくてよい。小物体Aの大きさや円筒の太さ，円筒やばねの質量，摩擦や空気抵抗は無視できるものとし，重力加速度の大きさを g とする。小物体Aの運動は，ばねが完全に縮む場合はその直前までを考える。

以下の問1～3に答えよ。解答は解答用紙の所定の場所に記入せよ。また，結果だけでなく，考え方や計算の過程も示せ。

問1 図2のように，小物体Aとばねが入った円筒を，ばねの固定された面を下にして水平面に垂直に置くと，小物体Aはばねが L だけ縮んだ位置で静止した。

(a) ばね定数 k を，m，g，L を用いて表せ。

(b) 小物体Aを，外力を加えてばねの自然長の位置まで静かに持ち上げる。このときの外力のした仕事 W を，m，g，L を用いて表せ。

(c) ばねの自然長の位置から小物体Aを静かにはなすと，小物体は動き始めてばねが自然長から L だけ縮んだ位置を通過した。このときの小物体Aの速さ v を，m，g，L の中から必要なものを用いて表せ。

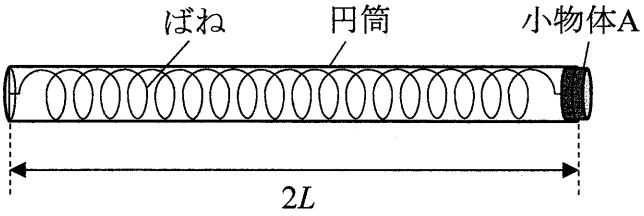


図1

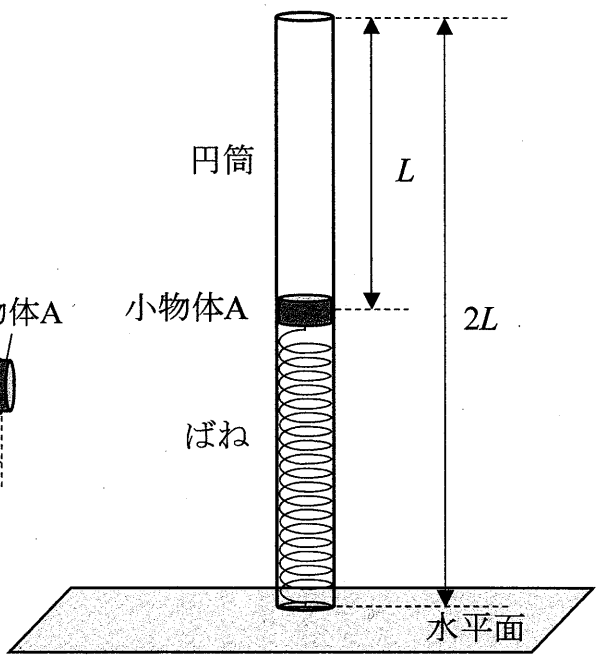


図2

問２　次に，図３のように，鉛直面に水平面からの高さが $2L$ の位置に細い軸を取り付け，その軸に円筒の上端を取り付けて，小物体Ａをばねの縮みが L の位置に静止させた。円筒の下端は水平面からわずかに離れており，円筒は小物体Ａとともに軸を中心に鉛直面に沿ってなめらかに回転できる。軸の位置を原点Ｏとして，水平に右向きを正として x 軸を，鉛直に上向きを正として y 軸をとる。力積および力の x 成分，y 成分の正の向きはそれぞれ x 軸，y 軸の正の向きとする。

その後，質量 M の小物体Ｂを，水平面上で x 軸の正の向きに速さ V で円筒の下端に衝突させた。衝突後，小物体Ｂは静止した。衝突において小物体Ｂが円筒に接していた時間は，その時間内での円筒の動きが無視できるほど短く，その微小な時間を Δt とする。

(a) 衝突で小物体Ｂが受けた力積の x 成分 I および平均の力の x 成分 $\overline{F}$ を，それぞれ M，V，Δt の中から必要なものを用いて表せ。

(b) 衝突で小物体Ａが受けた平均の力の x 成分 $\overline{f}$ を，M, V, Δt を用いて表せ。

(c) 衝突直後の小物体Ａの速さ v' を，M，m，V を用いて表せ。

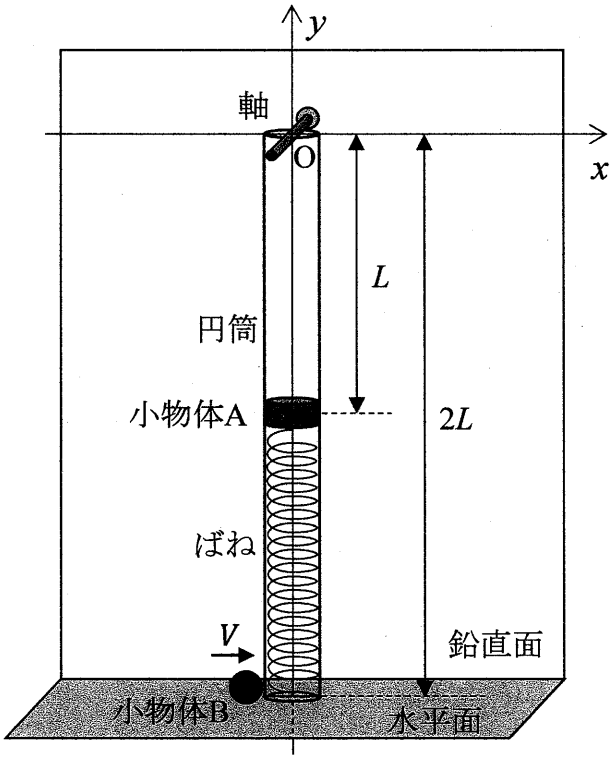


図３

問３　問２の小物体 B の衝突の後，静止した小物体 B を取り除いた。その後，図４のように小物体 A は初速度 v' で円筒とともに，y 座標が $y=-L$ の直線上を運動し始めた。

(a) 小物体 A の x 座標が x_A のときに，小物体 A にはたらく力の x 成分 F_x および y 成分 F_y を，それぞれ x_A，m，k，L の中から必要なものを用いて表せ。

(b) 時間が経過すると，円筒の振れは最大となり，一瞬静止して戻り始めた。円筒が振れ始めてから最初に振れが最大になるまでに要した時間 t および振れが最大となったときの小物体 A の x 座標 X を，それぞれ m，k，v'，L の中から必要なものを用いて表せ。

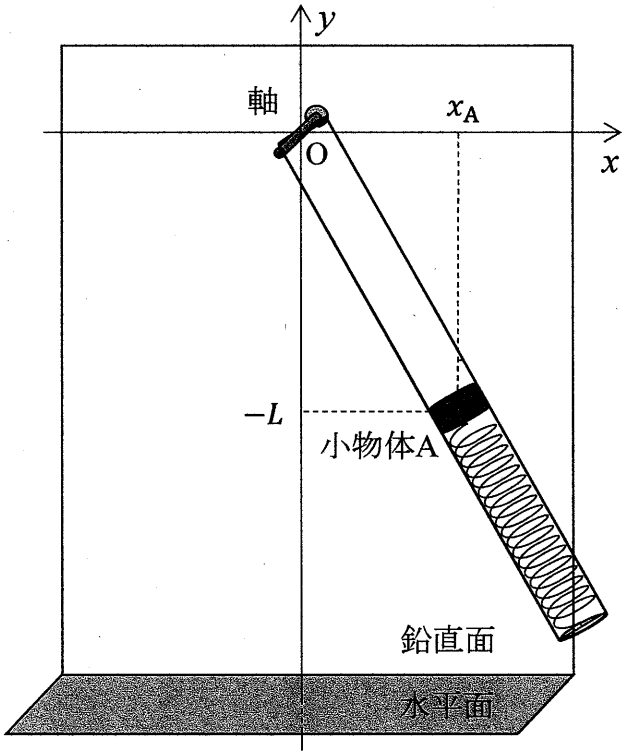


図４

B2456

2 水面を伝わる波は，媒質となる水の水深により波の速さが異なる。水深の異なる領域Ⅰから領域Ⅱに入射する水面を伝わる波について考える。領域Ⅰと領域Ⅱの静水における波の速さはそれぞれV_1，V_2 ($V_2 < V_1$)である。なお，２つの領域の境界面は平面で，境界面で反射する波は考えない。

以下の問１～３に答えよ。解答は解答用紙の所定の場所に記入せよ。また，結果だけでなく，考え方や計算の過程も示せ。

問１　図１のように，領域Ⅰにおける波長がλ_1の平面波が，領域Ⅰから入射角θ_1で境界面に入射し，屈折角θ_2で屈折して領域Ⅱに進行した。領域Ⅰから領域Ⅱに進行する波の進む向きを示す線（射線）を矢印のついた破線で示し，領域Ⅰでの波面の一部を実線で示している。媒質となる水の流れはなく，そのときの水面を伝わる波の領域Ⅰに対する領域Ⅱの屈折率（相対屈折率）nを

$$n = \frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2}$$

と定義する。

(a) 波面①，波面②，波面③の領域Ⅱにおける様子を解答用紙の図に描き入れ，特徴的な角度を記入せよ。

(b) 描いた図から，領域Ⅱの波長λ_2を，λ_1，nを用いて表せ。

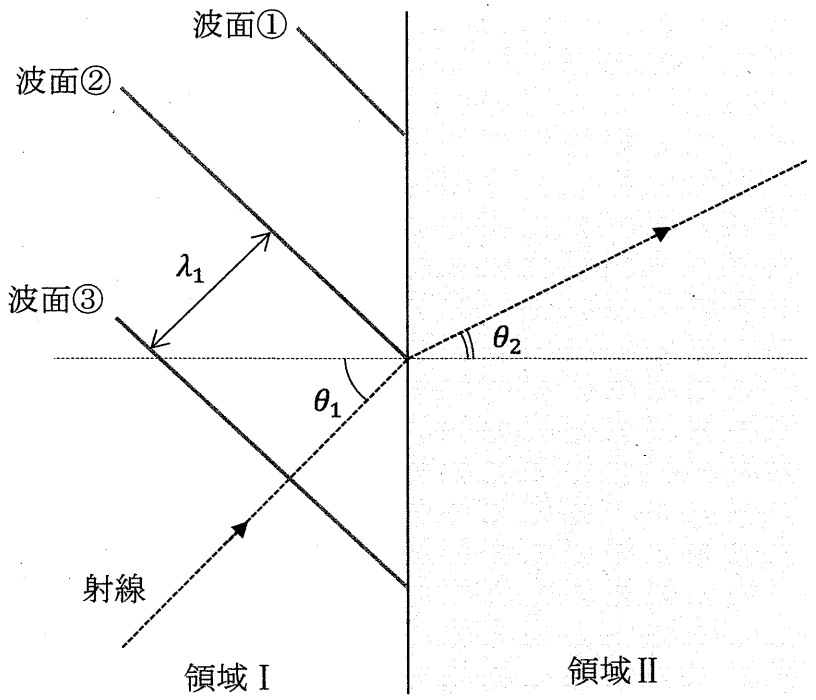


図１

B2456

問２　問１と同じ領域Ⅰと領域Ⅱがあり，図２のように，領域の境界に２つのスリット S_1, S_2 のある厚さの無視できるうすい壁を置き，領域Ⅱ内でスリットから L だけ離れた位置に境界と平行にもう１つの壁Ｗを置いた。２つのスリットの間隔は D で，その二等分線（中心軸）と壁Ｗとの交点を原点Ｏとして壁Ｗに沿って x 軸を，中心軸に沿って y 軸をとる。x 軸の正の向きは S_2 から S_1 の向き，y 軸の正の向きはスリットのある壁から壁Ｗの向きとする。２つの領域，２つの壁は，x 軸に沿った方向には十分な広がりがある。壁Ｗ上の x 座標が X にある点をＰとする。水面を伝わる波の領域Ⅰに対する領域Ⅱの屈折率は n である。

領域Ⅰからスリットに向かって波長 λ_1 の平面波を中心軸に平行に入射すると，領域Ⅱで２つのスリットから生じた円形波が干渉した。

(a)　スリット S_1，S_2 から生じた波が，点Ｐにおいて同位相で重なり強め合った。そのときの条件式を，D, L, X, λ_1, n および整数 m $(m = 0, \pm1, \pm2, \pm3, \cdots)$ を用いて表せ。

(b)　問２(a)の条件式を満たす点の数は有限である。$D = 4\lambda_1$，$n = 1.4$ のときの強め合う点の数を，数値で答えよ。

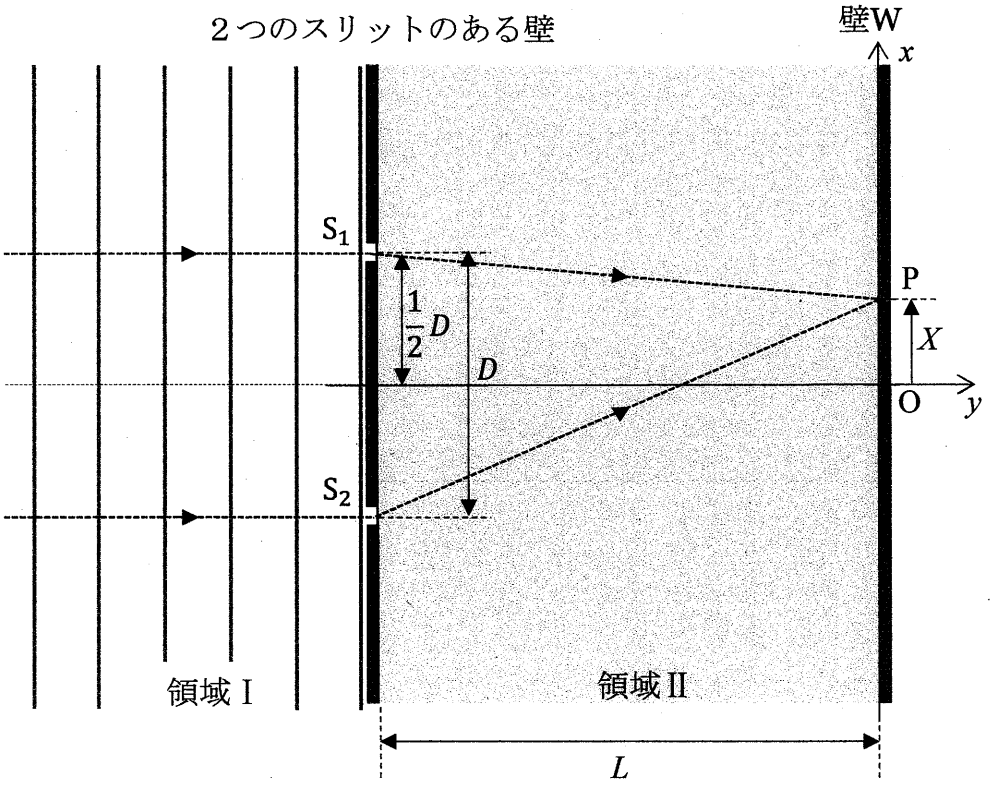


図２

B2456

問３　図３のように，問２において，領域Ⅱの媒質の水を一様に x 軸の正の向きに速さ v で流した。スリット付近における水の流れの乱れは無視できる。なお，領域Ⅱの静水における波の速さは V_2，波長は λ_2 であり，S_1 と O の間の距離を ℓ とする。

(a) S_1 から O に向かって生じた水面波は，水の流れによって壁 W 上の点 P′ に到達した。S_1 から O に向かって生じた水面波の進む速度の y 成分の大きさ V_y および点 P′ の x 座標 X' を，それぞれ V_2，v，L，ℓ の中から必要なものを用いて表せ。

(b) S_1 から生じて点 P′ に到達した水面波と，S_2 から生じて点 P′ に到達した水面波の重なりの様子を表すものとして最も適切なものを，次の(あ)～(え)の中から１つ選び記号で答えよ。また，選んだ理由を簡潔に説明せよ。

（あ）流れがないときの点 O と同じように波が同位相で重なり強め合う。

（い）流れがないときの点 O と同じように波が逆位相で重なり弱め合う。

（う）波の位相差が時間とともに変化するため「うなり」が生じる。

（え）流れがないときの点 P′ と同じ位相差で重なり，v によって重なり方の様子は変わる。

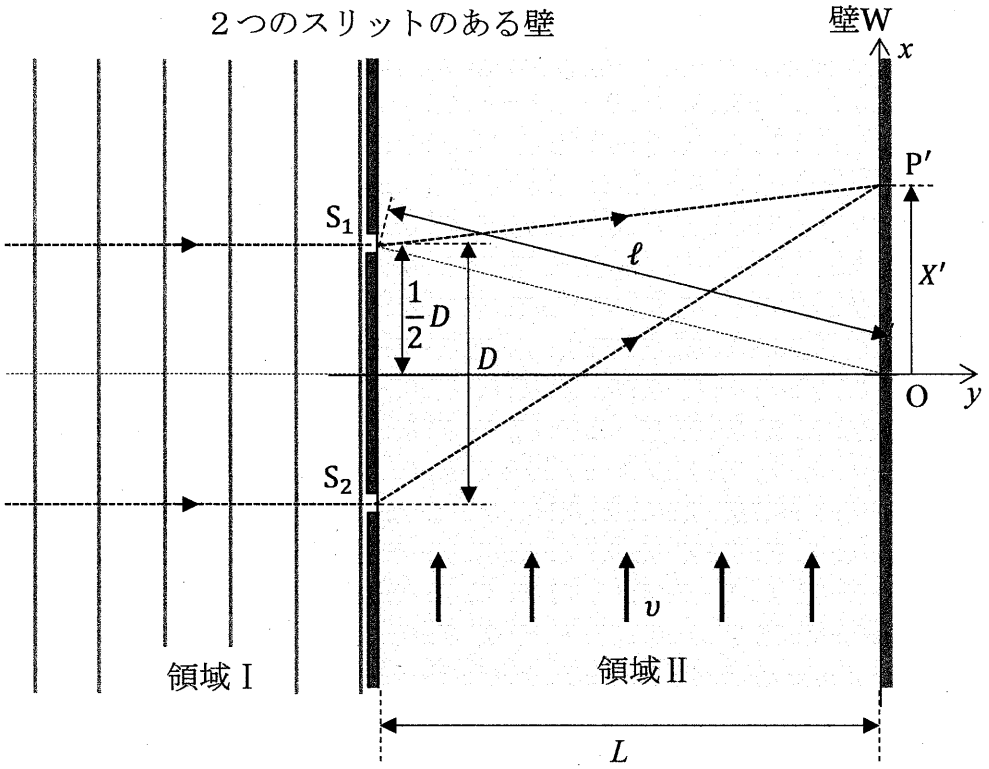


図３

B2456

3 導体棒に電流を流す場合について考える。導体棒は抵抗率 ρ の一様な材質でできており，導体内のキャリア（電流の担い手）は電気量 $-e$ の自由電子で，単位体積あたりの数は n である。導体棒の両端に電圧を加えると，自由電子は導体棒内の電場（電界）から力を受け，加速されて進む。自由電子は導体棒内の金属イオン等との衝突により速さに比例する抵抗力を受け，やがて電場から受ける力と抵抗力とがつり合って，一定の速さで移動するようになる。この抵抗力の大きさは自由電子の速さ v に比例し，kv（k は正の比例定数）で表されるものとする。

以下の問１～３に答えよ。解答は解答用紙の所定の場所に記入せよ。また，結果だけでなく，考え方や計算の過程も示せ。

問１　図１のように，長さ L，縦幅 D，奥行き W の直方体の導体棒の両端の点 a と点 b の間に電圧 V を加えると，自由電子は一定の速さ v で移動し，大きさ I の電流が流れた。導体棒に沿って右向きを正として x 軸を，奥行き方向を正として y 軸を，上方向を正として z 軸を取り，導体棒の左端手前下を原点 O とする。

(a) この導体棒の両端 ab 間の抵抗値 R を，ρ，L，D，W を用いて表せ。

(b) 導体棒内の電場は一様であるので，電場の強さは $\dfrac{V}{L}$ となる。また，電流の大きさは，単位時間あたりに導体棒の断面を通過する電気量の大きさであるので，$I = envDW$ と表される。これらのことを用いて，比例定数 k を，ρ，e，n を用いて表せ。

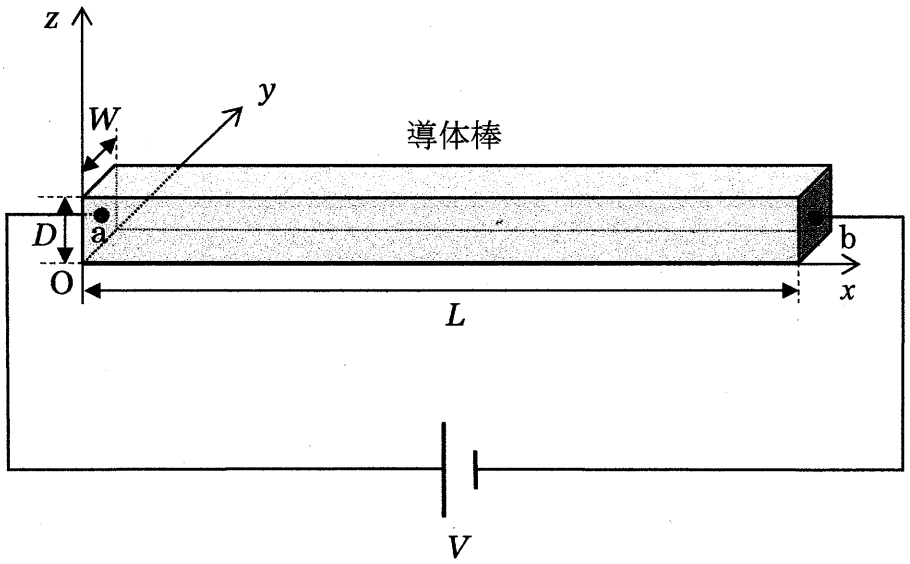


図１

問２　次に，図２のように，図１の電流が流れている導体棒に，y 軸の正の向きに磁束密度 B の一様な磁場（磁界）を加えた。導体棒内を移動する自由電子は，磁場からローレンツ力を受けることで自由電子の分布に偏りが生じる。この偏りによって導体棒内に z 軸に平行な向きに電場が生じ，導体棒の下面と上面の間に電圧が生じた（ホール効果）。この z 軸に平行な向きに生じた電場から自由電子が受ける力と，磁場によるローレンツ力がつり合うことで，自由電子は磁場を加える前と変わらず x 軸に平行な向きに速さ v で移動し，導体棒には大きさ I の電流が流れた。同じ x 座標にある導体棒の上面の点 p と下面の点 q の間の電圧の大きさを測定すると V_z であった。

(a) 自由電子が受けるローレンツ力の大きさ f を，e，v，B を用いて表し，この力の z 成分の向きを，正，負どちらかで答えよ。

(b) 点 p と点 q で電位の高い方を，p，q のどちらかで答え，また，単位体積あたりの自由電子の数 n を，e，ρ，L，D，V，B，V_z を用いて表せ。

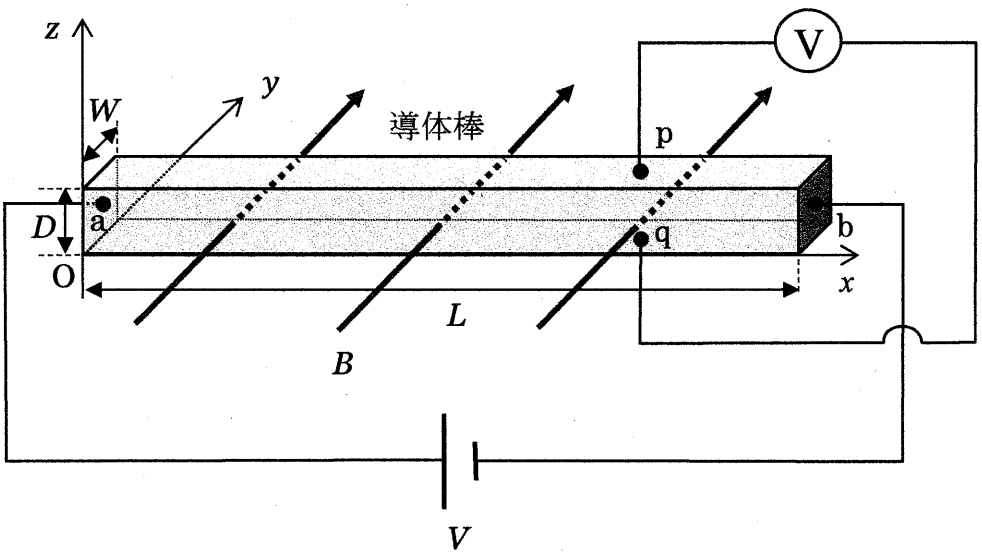


図２

問３　さらに，図３のように，導体棒を問１，２と同じ材質で，長さ L，奥行き W，z 軸方向の幅が D から D' $(L > D' > D)$ に x 座標とともに一定の割合で増加しているものに変えた。導体棒の両端 ab 間に電圧 V を加えると，導体棒には大きさ I' の電流が流れた。その後，y 軸の正の向きに磁束密度 B の一様な磁場を加え，x 座標がともに X の位置にある導体棒の上面の点 p′ と下面の点 q′ の間の電圧を測定した。

(a) x 座標が X の位置における自由電子の速さ v_X を，I'，e，n，L，D，D'，W，X を用いて表せ。

(b) x 座標が X の位置における点 p′ と点 q′ の間の電圧の大きさ V_X を，I'，e，n，B，L，D，D'，W，X の中から必要なものを用いて表せ。

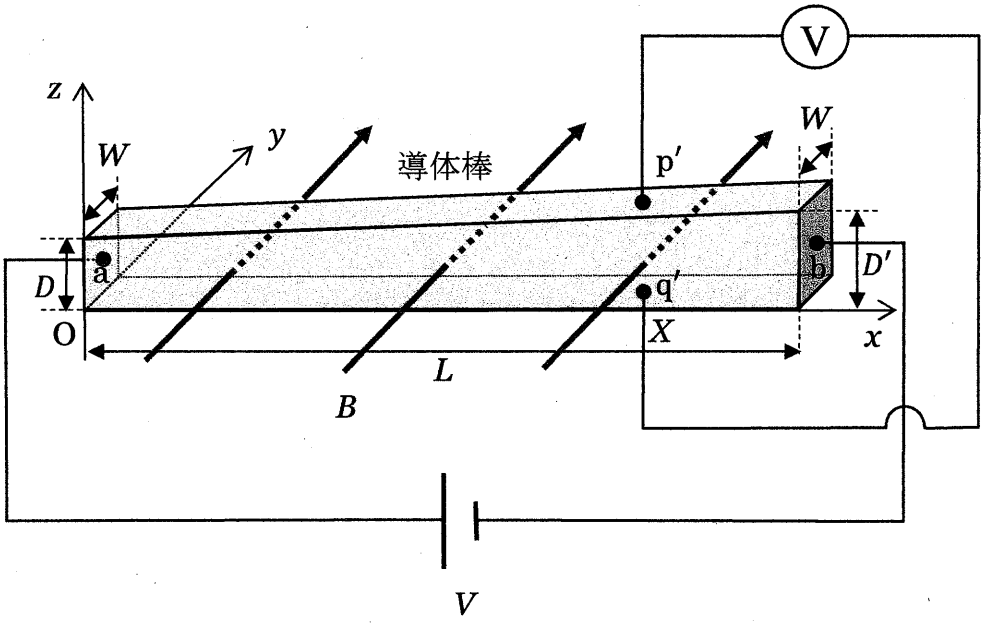


図３

B2456

令和７年度（2025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６年11月２日

志願学部／学科	試験時間	ページ数
歯学部	13：00～15：00 （120分）	18ページ

B256

———このページは白紙———

必要があれば次の数値を用いなさい。

気体定数： 8.3×10^{3} Pa·L/(mol·K)　　絶対零度：　−273 ℃

アボガドロ定数： 6.0×10^{23} /mol

原子量：　H = 1.0　N = 14.0　Mg = 24.3　Cl = 35.5

1　次の文章〔Ⅰ〕と〔Ⅱ〕を読み，問１から問９に答えなさい。

〔Ⅰ〕　イオン化エネルギーを同族元素で比較すると，一般に原子番号が大きいものほどイオン化エネルギーが小さい。たとえば，アルカリ金属元素の場合は Li ＞ Na ＞ K ＞ Rb ＞ Cs であり，この中で最も陽イオンになりやすく，その単体の反応性が高い元素は［ア］である。また，同周期の元素で比較すると最もイオン化エネルギーが大きいのは［イ］元素である。［イ］元素の原子の価電子は［ウ］個であり，きわめて安定で化合物を作りにくい。イオン化エネルギーは原子の陽性の強さを知る上で重要な指標であるが，a) 水溶液中における金属の反応性についてはイオン化エネルギーの値だけから推測することはできない。一方，電子親和力は，その値が大きい原子ほど電子を受け取って安定化しやすく，17 族元素で大きな値となっている。

イオン化エネルギーと電子親和力という２つのエネルギーは，原子と電子の親和性に関わるものであり，その大きさは個々の原子で異なっている。このことは，原子どうしの共有結合において，結合に関与する電子を引き付ける強さが原子によって異なるということを示唆している。原子が共有電子対を引き付ける強さの尺度としては電気陰性度があり，その数値化が試みられてきた。その１つにポーリングの電気陰性度がある。ポーリングは，同じ原子Ａどうしの結合（Ａ－Ａ）の結合エネルギーと原子Ｂどうしの結合（Ｂ－Ｂ）の結合エネルギーの平均に比べて，異なる原子ＡとＢの間の結合（Ａ－Ｂ）の結合エネルギーがいつも大きいことに気がついた（式ｉ）。ここで，D_{XY} は原子Ｘと原子Ｙの結合エネルギーを表している(＊注１)。

$$D_{AB} - \frac{1}{2}(D_{AA} + D_{BB}) > 0 \quad (＊注2) \cdots \boxed{式i}$$

この現象の理由として，ポーリングは b) 原子ＡとＢが共有結合したとき，共有電子対の偏りによって結合に極性が生じ，ある割合でイオン結合性を含むようになり，そ

の分結合エネルギーが大きくなるためであると考えた。そこで，原子が共有電子対を引きつける強さを電気陰性度としてχで表し，2つの原子の電気陰性度の差の絶対値$|\chi_A-\chi_B|$が$\sqrt{D_{AB}-\frac{1}{2}(D_{AA}+D_{BB})}$に比例するとして，式ⅱのように定義した。ただし，$k$は定数である。

$$|\chi_A-\chi_B| = k\times\sqrt{D_{AB}-\frac{1}{2}(D_{AA}+D_{BB})} \quad \cdots \text{式ⅱ}$$

（＊注1）Dは正しくは結合解離エネルギーを表すが，ここでは簡単に結合エネルギーとする。
（＊注2）D_{AA}とD_{BB}の相乗平均をとる式と相加平均をとる式が存在するが，ここでは相加平均をとる式を用いた。

問1　空欄［ア］にあてはまる元素の名称，空欄［イ］にあてはまる周期表の族の名称をそれぞれ書きなさい。また，空欄［ウ］にあてはまる数字を0から8より1つ選んで，解答欄の数字を○で囲みなさい。

問2　下線部a)について，次の(1)と(2)に答えなさい。

(1)　単体の金属（固体）が水溶液中で電子を放出して陽イオンになろうとする性質のことを金属の［エ］という。空欄［エ］にあてはまる語句を6文字で書きなさい。

(2)　(1)で述べた金属の性質の強さは標準電極電位として定量的に表すことができ，その強さをLi，Na，Kで比較するとLi＞K＞Naの順となる。この順番はイオン化エネルギーから推定される陽イオンになりやすい順番とは異なっている。その理由を考えるために，LiとKを例として，水溶液中において金属単体が電子を失って陽イオンになる反応（下枠内）におけるエンタルピー変化ΔHの大きさを比較したい。ヘスの法則を利用してQ_1やQ_2の値を計算で求めるために必要なものを①から⑥よりすべて選んで，解答欄の番号を○で囲みなさい。なお，下枠内のaqは溶媒の水を表し，化学式のあとにaqをつけたものは水に溶解していることを表す。

Li（固）	＋ aq	→	Li^+aq	＋ e^-	ΔH ＝	Q_1〔kJ〕
K（固）	＋ aq	→	K^+aq	＋ e^-	ΔH ＝	Q_2〔kJ〕

① Li (気) および K (気) のイオン化エネルギー

② Li (気) および K (気) の電子親和力

③ Li (固) および K (固) の融解エンタルピー

④ Li (固) および K (固) の昇華エンタルピー

⑤ Li^+ (気) および K^+ (気) の水和エンタルピー (＊注3)

⑥ LiCl (固) および KCl (固) の溶解エンタルピー

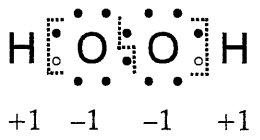
(＊注3) 気体状態のイオン 1 mol が水和するときのエンタルピー変化を水和エンタルピーという。

問3　式ii を用いた場合の臭素 Br の電気陰性度を求め，小数第 2 位を四捨五入して，小数第 1 位まで書きなさい。ただし，H–H，Br–Br，H–Br の結合エネルギーの値をそれぞれ 436 kJ/mol，188 kJ/mol，364 kJ/mol とし，定数 $k = 1.0\times10^{-1}(\mathrm{kJ/mol})^{-1/2}$ とする。また，水素原子の電気陰性度を 2.2 とする。必要であれば，次の数値を用いなさい。

$\sqrt{2} = 1.41$　$\sqrt{3} = 1.73$　$\sqrt{5} = 2.24$　$\sqrt{7} = 2.65$　$\sqrt{11} = 3.32$　$\sqrt{13} = 3.61$　$\sqrt{17} = 4.12$

問4　共有結合を含む分子や多原子イオンにおいて原子の酸化数を決定するには，電気陰性度をもとに結合に関与する電子がどちらの原子に所有されているかを考える。異なる原子どうしの共有結合では，共有電子対は電気陰性度の大きい原子の方に完全に所有されているものとし，また，同じ元素の原子どうしの共有結合の場合は電子対をつくる電子を均等に分けてそれぞれの原子に割り振る。そのようにして，その分子やイオン中の原子が所有する最外殻電子の数を結合前と後で比較し，その差を酸化数とする。例として過酸化水素 H_2O_2 の場合を右に示す。符号付きの数字が酸化数である。

例)



次に示す **a** から **c** の炭素原子の酸化数をそれぞれ符号をつけて書きなさい。なお，電気陰性度は次のとおりとする。　水素 H : 2.2　炭素 C : 2.6　酸素 O : 3.4

$\underset{\mathbf{a}}{\underline{C}}H_3\text{-}\underset{\mathbf{b}}{\underline{C}}H_2\text{-}OH$　　$CH_3\text{-}\underset{\mathbf{c}}{\underline{C}}HO$

問５　下線部 b)について次の文を読み，(1)と(2)に答えなさい。

結合の極性の大きさは，電気双極子モーメントの測定値が目安となる。等しい大きさの正電荷$+q$〔C〕と負電荷$-q$〔C〕がある距離だけ離れて存在するものを電気双極子といい，その距離をr〔m〕とすると電気双極子モーメントμ〔C·m〕は$\mu = qr$で表される。

原子ＡとＢからなる分子ＡＢの電気双極子モーメントの実測値がμ_1〔C·m〕であったとする。また，原子Ａと原子Ｂが電子１個をやり取りして，分子ＡＢと同じ結合距離r〔m〕で純粋なイオン結合をつくっていると仮定したときの電気双極子モーメントμ_0〔C·m〕は，電子と陽子の電気素量をそれぞれ$-q_0$（-1.60×10^{-19} C），$+q_0$（$+1.60\times10^{-19}$ C）として次のように計算できる。

$$\mu_0 = q_0 r$$

μ_1/μ_0は分子ＡＢに含まれるイオン結合性の割合を表しており，たとえば，$\mu_1/\mu_0 = 0.30$のとき，イオン結合性は30 %であるという。

(1)　HCl の電気双極子モーメントを測定すると3.70×10^{-30} C·m であった。また，HCl 分子において，水素原子と塩素原子の間の結合距離は同じであるが両者が完全にイオン結合で結びついていると仮定したときの電気双極子モーメント〔C·m〕を計算すると2.03×10^{-29} C·m であった。HCl 分子に含まれるイオン結合性は何％であるか。有効数字２桁でその数値を書きなさい。

(2)　電気双極子モーメントには方向がある。極性がある結合はその１つである。分子内に電気双極子モーメントが複数あり，異なる方向の電気双極子モーメントどうしが打ち消しあい，分子全体として無極性となる分子のうち，３原子分子の例を１つあげ，その分子式を書きなさい。

〔Ⅱ〕　実験書に掲載されていた『気体の分子量の測定』の**<実験の手順>**に従い，ヘキサン(沸点 68.7 ℃)の分子量を求める実験を行い，実験で得られた分子量の値と分子式 C_6H_{14} から得られる分子量 86.0 という値を比較することで，その方法の妥当性を検討することにした。実験はすべて大気中で行い，大気圧は 1.00×10^5 Pa であった。断りがない限り，丸底フラスコ内の気体の温度は，水浴に浸けているときは水浴の温度に等しく，水浴に浸けていないときは室温に等しいとする。なお，水浴には加熱装置がついており，80 ℃以上の一定温度に保たれ，室温は 20.0 ℃であった。また，丸底フラスコの容積は 360 mL であり，温度による容積変化は無視してよく，実験を通して容積は一定であるとする。気体はすべて理想気体としてふるまうものとする。

<実験の手順>

(ⅰ)　乾いた空の丸底フラスコにアルミニウム箔と輪ゴムを載せたもの(図 1)を準備して，その全体（丸底フラスコ，アルミニウム箔および輪ゴム）の質量〔g〕を測定し，w_1 として記録した。

(ⅱ)　丸底フラスコに約 [オ] mL のヘキサンを入れ，アルミニウム箔で丸底フラスコの口を覆い，輪ゴムでとめ，アルミニウム箔には針で小さな穴をあけた。

(ⅲ)　(ⅱ)の丸底フラスコを一定温度に保った水浴に深く沈めて固定し，加熱した(図 2)。

(ⅳ)　丸底フラスコ内のヘキサン（液体）が全部蒸発したのち，2,3 分そのまま放置して水浴に浸けた温度計の値が一定になっていることを確認してから目盛りを読んだところ，87.0 ℃であった。

(ⅴ)　丸底フラスコを水浴から取り出し，外側についている水をふき取り，室温まで十分に放冷したところ，ヘキサンの凝縮が観察された(図 3)。この状態の全体（アルミニウム箔および輪ゴムをつけたままの丸底フラスコ）の質量〔g〕を測定し，w_2 として記録した。

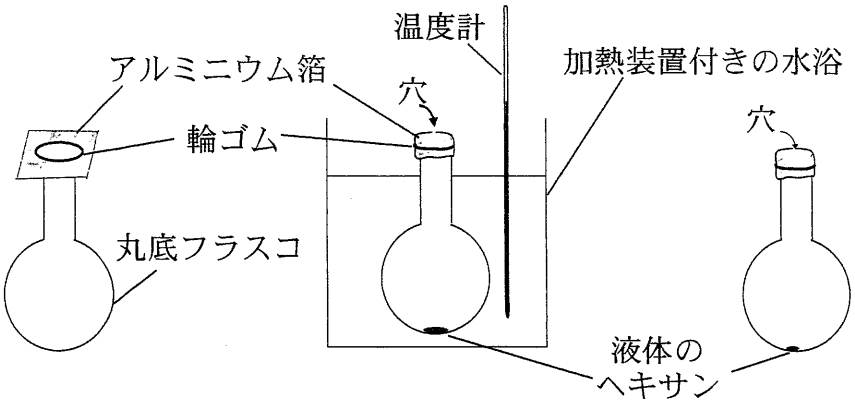


図1　　図2　　図3

問６　手順(ii)で加える液体のヘキサンは，加熱により丸底フラスコ内がヘキサン蒸気のみで満たされるように過剰量を加える必要があるが，必要量を大幅に超えると加熱に要するエネルギーも時間も無駄になる。水浴の温度が87.0 ℃であるとき，手順(ii)の空欄 [オ] に入る最も適切な数値を①から④より選んで解答欄の番号を○で囲みなさい。ただし，液体のヘキサンの密度は 20.0 ℃で 0.66 g/cm^3 とする。

①　0.08　　②　0.8　　③　8　　④　80

問７　今回行った実験とは別に体積と温度を変えることができる密閉容器に気体のヘキサンと窒素のみを 1:4 の体積比で混合して封入し，全圧を 1.00×10^5 Pa に保ちながら，温度を 50 ℃付近から少しずつ下げる実験を行った。ヘキサンの凝縮は 20 ℃で始まった。20 ℃におけるヘキサンの蒸気圧〔Pa〕を求めて，その数値を有効数字２桁で答えなさい。なお，液体のヘキサンに窒素は溶解しないこととする。

問８　実験の結果，w_2-w_1 ＝ 0.96 g であった。問７で求めた 20 ℃でのヘキサンの蒸気圧の値を考慮して，ヘキサンの分子量を求め，その数値を有効数字２桁で書きなさい。また，答えの導出過程も示しなさい。ただし，ここで求める分子量は実験で得られた各測定値から計算して求めた分子量であり，分子式から得られるものではない。計算にあたっては，20 ℃，1.00×10^5 Pa の空気 360 mL の質量を 0.430 g としなさい。なお，図３において液体のヘキサンの体積は無視でき，ヘキサンの気液平衡が成立しているものとする。

問9　次の（1）または（2）のように部分的に**＜実験の手順＞**どおりの操作を行わなかったとする。

(1)　手順（ⅳ）において，丸底フラスコ内にヘキサンの液体がほんのわずかに残っていたが，温度計の目盛りを読んで，手順（ⅴ）に進んだ。この操作以外はすべて**＜実験の手順＞**どおりに行った。

(2)　手順（ⅴ）において，水浴から丸底フラスコを引きあげたあと，丸底フラスコを氷水につけて十分に冷却し，ヘキサン蒸気が凝縮したことを確認後，まわりの水をふき取り，すぐにこの状態の全体の質量〔g〕を測定し，その値を w_2 として記録した。このとき丸底フラスコは室温よりも冷たく，内部の気体の温度も室温より低かった。この操作以外はすべて**＜実験の手順＞**どおりに行った。

(1)，(2)のそれぞれについて，**＜実験の手順＞**どおりに操作したときと比べて値が変化する可能性のあるものを①から⑤よりすべて選んで，解答欄の番号を○で囲みなさい。ただし，図3は，(1)においては手順（ⅴ）のとおり室温まで十分に放冷した状態を表しており，(2)においては氷水から丸底フラスコを引き上げてまわりの水をふき取ってすぐの状態を表していることとする。また，図3において，丸底フラスコ内に存在する液体のヘキサンの体積はその増減に関わらず無視することができ，丸底フラスコ内の気体の体積は常に360 mLとする。

①　図3の全体の質量（w_2〔g〕）の値
②　図3のときのヘキサンの蒸気圧の値
③　図3の丸底フラスコ内に含まれる空気の質量の値
④　図3の丸底フラスコ内に含まれるヘキサンの質量の値
⑤　図3の丸底フラスコ内の酸素分圧の値

2 次の文章〔Ⅰ〕から〔Ⅲ〕を読み，問1から問10に答えなさい。

〔Ⅰ〕 炭素およびケイ素は14族に属する非金属元素である。同じ元素の単体であるが，互いに性質が異なる物質を［ア］という。炭素の単体には多くの［ア］があり，その一つであるダイヤモンドは［イ］を吸収しないために無色透明である。炭素の別の［ア］である［ウ］は，多数の炭素原子が正六角形型に平面状に敷き詰められた層が分子間力によって引き合い，積み重なった構造をとる黒色の固体である。［ウ］の層一枚のみからなる炭素の［ア］も存在し，これは［エ］と呼ばれる。さらに，炭素の［ア］には，C_{60}，C_{70}などの分子式をもつ球状分子もあり，これらは［オ］と呼ばれる。炭素原子およびケイ素原子はともに最外殻に［A］個の電子をもち，この電子を用いて水素原子やハロゲン原子との間に共有結合を形成する。

一方，同じ14族に属するが，金属元素に分類される元素としてスズおよび鉛がある。スズの合金の1つである［カ］は，融点が低いため金属の接合剤として用いられる。以前は［カ］として，スズとともに鉛を含む合金が用いられていたが，a) 最近では鉛を含まない合金が実用化され用いられるようになっている。鉛の化合物の中で，白色の硫酸塩や黒色の硫化物などは酸化数［B］の鉛を含んでいる。一方，赤色顔料の鉛丹の主成分となっている鉛の酸化物のように，酸化数［B］と［C］の2種類の鉛イオンを含む化合物も存在する。

問1 空欄［ア］から［カ］に入る最も適切な語句を書きなさい。

問2 空欄［A］から［C］に入る適切な数字を書きなさい。必要なら＋，－の符号を付けなさい。

問3 下線部a)において，鉛を含まない合金が用いられるようになった理由を15文字以内で書きなさい。

問４　元素や原子に関する次の記述の中から正しいものをすべて選び，解答欄の記号を○で囲みなさい。

(a) すべての元素のすべての安定な同位体の原子は，必ず電子，陽子および中性子を含んでいる。

(b) 現在の周期表中では，元素は原子量が増加する順番に並んでいる。

(c) 族番号が 12 よりも小さい元素の中に，金属元素でない元素が存在する。

(d) 現在では，質量数 12 の炭素原子 ^{12}C が正確に 12 g あるとき，その中に含まれる ^{12}C の数と等しい数の集団のことを 1 mol と定義している。

(e) 第 2 周期で 1 族から 17 族に属する元素では，原子番号が大きくなるほど原子半径は増加する。

(f) 同じ電子配置をもつ単原子イオンである O^{2-}，F^{-}，Na^{+}，Mg^{2+}および Al^{3+}では，原子番号が大きくなるほどイオンの大きさは小さくなる。

〔Ⅱ〕　鉄のシュウ酸塩 $Fe_2(C_2O_4)_3 \cdot 6H_2O$ と b) ヘキサシアニド鉄(III)酸カリウムを水に溶かした溶液に白紙を浸した後，この白紙を取り出して暗所で乾燥させた。出来上がった紙（以後紙 A と呼ぶ）に，図 1 のように星形の厚紙を載せ，その上から日光を 10 分間照射した。その間，紙 A から二酸化炭素の発生が観測された。その後，紙 A を水洗いして乾燥させたところ，星形の厚紙が載っていた部分は白色，星形の厚紙が載っていなかった部分は濃青色となり，星形が紙にくっきりと写し取られた。この星形の厚紙が載っていなかった部分に生じた濃青色の物質は，ターンブルブルーとよばれる，水に不溶性の化合物である。

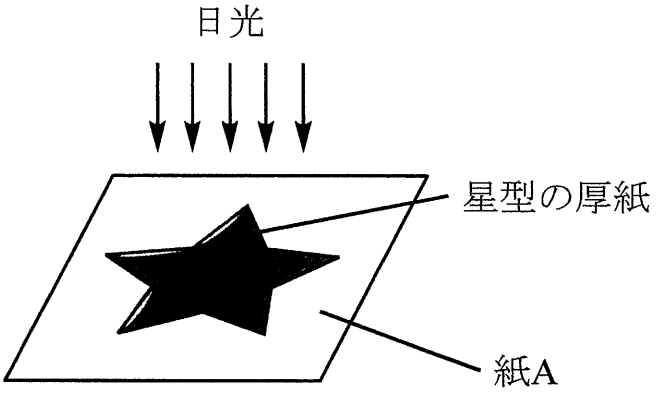


図1

問 5　下線部 b)のヘキサシアニド鉄(III)酸カリウムの化学式を，配位子，配位数，カリウムの数などが明確に分かるように書きなさい。

問 6　紙 A の日光が当たった部分では，酸化還元反応が起こっている。この反応で，(1) 酸化された元素の酸化数の変化，および(2) 還元された元素の酸化数の変化を，それぞれ下の書き方の例にならって書きなさい。

〔例〕ClO^- から Cl^- が生じる反応での塩素の酸化数の変化の書き方：+1 → −1

〔Ⅲ〕 次の実験1から実験7はいずれも実験室で気体を発生させる実験，または発生した気体の反応の実験に関する記述である。

実験1　硫化鉄(II)に希硫酸を加えると，気体Xが発生した。

実験2　亜硫酸ナトリウム水溶液に希硫酸を加えると，気体Yが発生した。

実験3　塩化アンモニウム水溶液に水酸化カルシウムを加えて加熱すると，刺激臭のある気体Zが発生した。気体Zは湿った赤色のリトマス試験紙を青色に変色させた。

実験4　塩化アンモニウム5.35 gを水に溶かし，小過剰の亜硝酸ナトリウムを加えて加熱すると，窒素が発生した。

実験5　デンプン水溶液にヨウ素ヨウ化カリウム水溶液を加えて生じる青紫色溶液に，気体Xまたは気体Yを通したところ，いずれの場合も溶液の青紫色が消失した。

実験6　気体Xと気体Yを触媒存在下200～350 ℃で反応させると，硫黄と水が生成した。

実験7　窒素を金属マグネシウムと高温で反応させたところ，窒化マグネシウムが生成した。この化合物中のマグネシウムの酸化数は+2，窒素の酸化数は−3である。

問7　(1) 実験2，(2) 実験3および(3) 実験4で起こった化学反応のイオンを含まない化学反応式を，それぞれ解答欄(1)から(3)に書きなさい。

問８　実験 1，実験 2，実験 3 および実験 4 で発生した(1) 気体 X，(2) 気体 Y，(3) 気体 Z および(4) 窒素を大気中で捕集するのに最も適した方法を，それぞれ次の（A）から（C）の中から 1 つずつ選び，その記号をそれぞれ解答欄(1)から(4)に書きなさい。

（A）水上置換　　（B）下方置換　　（C）上方置換

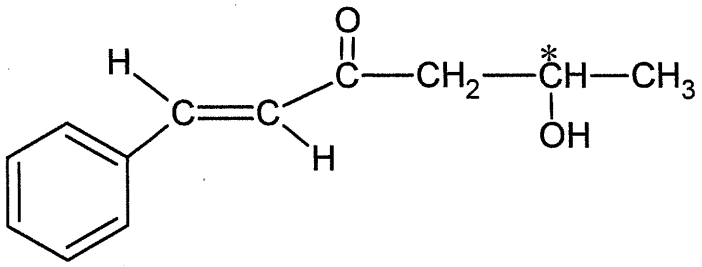
問９　(1) 実験 5 で，気体 Y を通したときに起こる反応のイオンを含まない化学反応式を書きなさい。

(2) 実験 6 の反応で，還元剤としてはたらいた物質の分子式を書きなさい。

問 10　実験 4 で塩化アンモニウムはすべて反応して窒素が生成した。生成した窒素をすべて使用して，過剰量の金属マグネシウムを用いて実験 7 を行ったところ，窒素はすべて消費された。生成した窒化マグネシウムの質量〔g〕を計算し，その数値を有効数字 3 桁で書きなさい。なお，実験 4 および実験 7 ではそれぞれ 1 つの化学反応のみが起こるものとする。

3　次の問１から問４に答えなさい。構造式や不斉炭素原子の表示（＊）を求められた場合には，（例）にならって書きなさい。なお，構造式を書くとき，不斉炭素原子に由来する立体異性体は区別しない。

（例）



問１　有機化合物の性質について，(1)から(4)に答えなさい。

(1)　C_5H_{12} の炭化水素の構造異性体の中で，分子間にはたらく力が最も弱く沸点の最も低い異性体はどれか。その異性体の構造式を書きなさい。

(2)　アルコールが同程度の分子量を持つ炭化水素に比べて沸点が高いのは分子間にどのような相互作用があるためか。その相互作用を表す最も適切な語句を書きなさい。

(3)　メタン，エチレン，アセチレンの中で最も不完全燃焼を起こしやすく，燃える時にすすが多く，炎がより赤くなるのはどれか。化合物の名称を書きなさい。

(4)　エタン，エチレン，アセチレンの中で過マンガン酸カリウム水溶液に加えても赤紫色が消えないのはどれか。化合物の名称を書きなさい。

問２　次の化合物 (A)から(E)の中で，下の条件 (1)から(5)のそれぞれに当てはまる化合物を選び，解答欄の該当する記号を○で囲みなさい。なお，それぞれの条件において解答は１つとは限らない。

(A) $CH_3CH{=}CHCH_2OH$　(B) $CH_3CH_2CH_2CHO$　(C) $CH_3CH_2COCH_3$
(D) $CH_2{=}CHCH(OH)CH_3$　(E) $CH_2{=}CHOCH_2CH_3$

(1)　臭素が付加してジブロモ化合物を与える。
(2)　ヨウ素および水酸化ナトリウム水溶液と反応させると黄色沈殿が生じる。
(3)　不斉炭素原子を持っている。
(4)　フェーリング液を加えて温めると赤色沈殿ができる。
(5)　シス－トランス異性体が存在する。

問３　次の記述の反応で生成する化合物 A から E の構造式を書きなさい。

(1)　メタンと大過剰の塩素の混合物に紫外線を照射すると無極性分子である化合物 A が得られる。

(2)　アセチレンに触媒の存在下で水を付加させると化合物 B が得られる。

(3)　加熱した濃硫酸にエタノールを加え 130～140 ℃に加熱すると分子間の反応により化合物 C が得られるが，同じ反応を 160～170 ℃で行うと分子内の反応により化合物 D が得られる。

(4)　濃硫酸存在下でグリセリンと硝酸を反応させると，火薬や狭心症治療薬に用いられる化合物 E が生成する。

問４　次の文章を読み，(1)から(4)に答えなさい。

炭素，水素，酸素のみから構成される有機化合物 X を水酸化ナトリウム水溶液と加熱したところ，完全に加水分解が進行して 3 種類の化合物が生成した。この 3 種類の化合物を含む水酸化ナトリウム水溶液にジエチルエーテルを加えてよく振り混ぜ，水層Ⅰとエーテル層Ⅰに分離した。エーテル層Ⅰからは化合物 A が得られた。水層Ⅰには常温常圧で二酸化炭素を十分吹き込み，次にジエチルエーテルを加えてよく振り混ぜ，水層Ⅱとエーテル層Ⅱに分離した。このエーテル層Ⅱには 3 種類の化合物のいずれも含まれていなかった。水層Ⅱに塩酸を加えて酸性とし，ジエチルエーテルを加えてよく振り混ぜ水層Ⅲとエーテル層Ⅲに分離した。エーテル層Ⅲのエーテルを蒸発させて除くと，2 種類の化合物の混合物が得られた。この混合物は濃硫酸を触媒としてメタノールと反応させると化合物 B, C の混合物へと変換された。化合物 B, C の混合物をジエチルエーテルに溶かし，水酸化ナトリウム水溶液を加えてよく振り混ぜ水層Ⅳとエーテル層Ⅳに分離した。エーテル層Ⅳから化合物 B が得られ，水層Ⅳに塩酸を加えて酸性とすることで化合物 C が得られた。

化合物 A, B, C についてそれぞれ分析を行い以下の (a) から (c) の結果が得られた。

(a) 化合物 A は分子式が $C_9H_{12}O$ のベンゼン一置換体で，A は金属ナトリウムと反応し水素を発生し，また A はヨードホルム反応を示した。

(b) 化合物 B は，分子式 $C_{10}H_{10}O_2$ のベンゼン一置換体であり，B を臭素と反応させると不斉炭素原子 1 個を有するジブロモ化合物 D が得られた。

(c) 化合物 C は塩化鉄 (Ⅲ) 水溶液との反応で紫色に呈色し，C を水酸化ナトリウムで加水分解したのち塩酸で酸性にするとサリチル酸が得られた。

(1) 化合物 A の構造式を書きなさい。不斉炭素原子がある場合には不斉炭素原子に＊印を付けなさい。

(2) 化合物 B，D の構造式を書きなさい。不斉炭素原子がある化合物には不斉炭素原子に＊印を付けなさい。

(3) 化合物 C の構造式を書きなさい。

(4) 化合物 X の構造式を書きなさい。不斉炭素原子がある場合には不斉炭素原子に＊印を付けなさい。

令和７年度（2025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６年11月２日

志願学部	試験時間	ページ数
歯　学　部	13：00～15：00 （120分）	11ページ

B2346

———このページは白紙———

1 次の文章を読み，以下の問（1）～（8）に答えよ。

(a)塩基対数がわからない DNA を挿入した(b)プラスミドがある。この DNA の塩基対数を解析することを目的として，(c)制限酵素や(d)電気泳動装置を用いて，下記の実験を行った。ただし，この実験で用いた DNA を挿入する前のプラスミド DNA の大きさは 2930bp（塩基対）である。なお，このプラスミドを制限酵素 *Eco*RIと *Xho*Iで切断した部分に，下線部(a)の塩基対数がわからない DNA を挿入した。

① 3 本のマイクロチューブ A, B, C を用意した。

② それぞれのマイクロチューブに，マイクロピペットを用いて，蒸留水，制限酵素用緩衝（かんしょう）液（少量の酸や塩基を加えたり，多少濃度が変化したりしても水素イオン濃度が大きく変化しない溶液），下線部（a）を挿入した下線部（b）のプラスミドの DNA 溶液を順番に入れた。

③ A のマイクロチューブには(e)制限酵素 *Eco*RI溶液を，B には制限酵素 *Xho*I溶液を，C には制限酵素溶液（制限酵素 *Eco*RI溶液と制限酵素 *Xho*I溶液の混合液）を入れた。

④ これらのマイクロチューブのふたをして，よく混ぜた。

⑤ 準備したマイクロチューブを 37℃で 30 分間保温した。

⑥ 反応後の DNA 溶液に青い色素溶液を加えて，よく混ぜた。

⑦ この 3 本のマイクロチューブから内部の試料をマイクロピペットで取り，電気泳動装置のアガロースゲルの別々の溝（ウェル）にゆっくりと注入した。（マイクロチューブ A はレーン 1 の溝に，B はレーン 2 の溝に，C はレーン 3 の溝に入れた。また，塩基対数のわかっている DNA をマーカーとして別の溝に入れた。）

⑧ この電気泳動装置のアガロースゲルに 100V で 30 分間通電した。

⑨ この結果，次の図 1 のようになった。

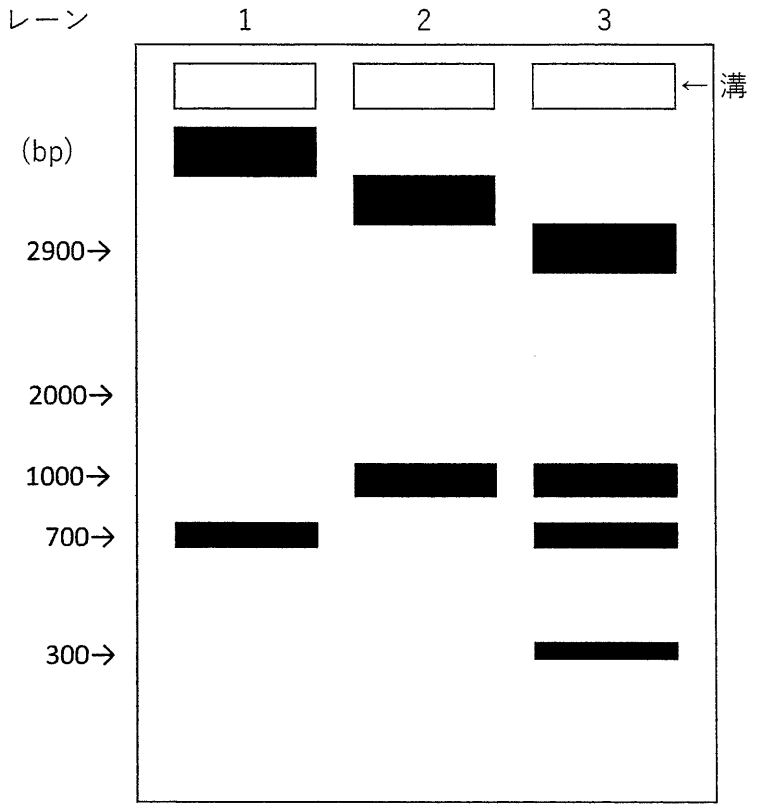
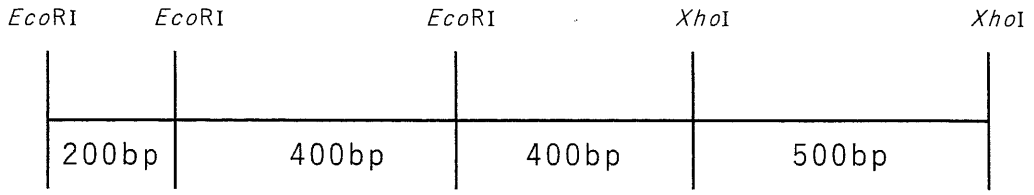


図 1

問(1)　上記の実験結果から下線部(a)の塩基対数がわからない DNA の制限酵素地図（制限酵素 *Eco*RIと制限酵素 *Xho*Iで切断することのできる位置とそれぞれの塩基対の大きさがわかるもの）を下記の例のように記せ。なお，DNA 断片を組み込んだ元のプラスミドには *Eco*RI，及び *Xho*Iで切断できる塩基配列はそれぞれ 1 カ所しかないものとする。

例



問(2)　下線部(b)のプラスミドとはどのようなものか，2 行以内で記せ。

問(3)　下線部(c)の制限酵素は多くの細菌の中でどのようなはたらきをしているか，2 行以内で記せ。

問(4)　下線部(d)の電気泳動装置でアガロースゲルに電圧を加えると，DNA はなぜ移動していくのか。DNA を構成する物質の特性をふまえて，2 行以内で記せ。

問(5)　下線部(e)の制限酵素 *Eco*RIは DNA の塩基配列 GAATTC の部分を切断する。2 本に切断された箇所の塩基配列を書け。(どのように切断されたかわかるように書くこと。対になっている塩基配列の部分も書くこと。)

問(6)　約 420 万塩基対からなる大腸菌の DNA を下線部(e)の制限酵素 *Eco*RI で切断すると，理論的には何カ所で切断されるか。小数点以下第 1 位を四捨五入して整数で答えよ。

問(7)　ヒトのインスリン遺伝子を取り出し，そのままプラスミドを用いて大腸菌に取り込ませても，大腸菌は機能を持ったインスリンを生産することはできない。その理由を 2 行以内で記せ。

問(8)　ゲノム編集は短時間で簡単に遺伝子を操作する CRISPR-Cas9 という手法で行われるようになった。この方法でどのように特定の遺伝子を挿入するのか，下記の語句をすべて用いて，4 行以内で記せ。

【語群】　遺伝子，ヌクレオチド鎖，Cas9 タンパク質，ガイド RNA，DNA

2 次の文章を読み，以下の問（1）～（7）に答えよ。

有性生殖は配偶子の形成時に遺伝子の(a)組換えが起こるため，親とは異なった遺伝子の組み合わせをもった子孫をつくることができる。しかし，植物の両性花の中で受精が起こる場合は，多様性のある子孫を残す可能性は小さくなる。自家受精は受精の効率を上げるには有効だが，多様性を持った子孫を残すには自家受精を抑制し，他家受精（他の個体と受精する）を促すしくみが必要である。自家受精を防ぐしくみには様々なものがあるが，そのうちの一つに自家不和合性がある。(b)ナス科の植物においては花粉側のタンパク質の型と雌しべ側のタンパク質の型が一致すると，花粉管の成長が途中で止まってしまい，受精することができない。

問(1) ある植物の花の色に関する対立遺伝子 A と a，及び花粉の形状に関する対立遺伝子 B と b は一対の相同染色体上に存在している。一方の染色体では遺伝子 A と B が連鎖し，対になる染色体では遺伝子 a と b が連鎖している。遺伝子型 AABB の個体と aabb の個体を交配すると，F_1（雑種第 1 代）の遺伝子型はすべて AaBb になった。この個体が配偶子を形成する時に下線部（a）の組換えが生じ，その組換え価は 12.5％であった。この場合，F_1（遺伝子型 AaBb）同士を交配すると，F_2（雑種第 2 代）の表現型の分離比はどのようになるか。ただし，遺伝子型 AABB, AaBb などを持つ個体の表現型は[AB]，AAbb, Aabb などは [Ab]として，[AB]: [Ab]: [aB]: [ab]の形で記せ。

問(2) あるナス科の植物の花粉を形成する親において，自家不和合性にかかわる遺伝子型を S_1S_2 とし，胚珠を形成する親の遺伝子型を S_2S_3 とする。この花粉を形成する親と胚珠を形成する親を交配した。

（ⅰ）F_1 の胚の遺伝子型の比を記せ。

（ⅱ）F_1 の胚乳の遺伝子型の比を記せ。

ただし，このナス科の植物では花粉の遺伝子と胚珠の遺伝子に同じものが含まれる場合は受精しない。

問(3)　下線部（b）の場合の自家不和合性を示す原因としては花柱（雌しべの柱頭と子房の間）が分泌する RNA を分解する酵素を花粉管側が不活性化できないからと考えられている。なぜ花粉管の成長が止まってしまうのか，2 行以内で記せ。

問(4)　被子植物の卵細胞形成の過程を下記の語句をすべて用いて，6 行以内で記せ。

【語群】　胚珠，胚のう細胞，胚のう，胚のう母細胞，卵細胞，
反足細胞，中央細胞，減数分裂，極核，助細胞，核分裂

問(5)　減数分裂と体細胞分裂の過程で異なる点を 2 つ記せ。

問(6)　あるイネ科の植物では，胚乳を培養することによって植物体が再び分化することが報告されている。これは胚乳も胚と同様に植物体になる能力を保持していると考えられる。この性質を利用して開発できると考えられているものは何か，1 行で記せ。

問(7)　シロイヌナズナの遺伝子 F は胚乳において母親（中央細胞）から遺伝したときのみ発現する。一方，父親（精細胞）から遺伝した対立遺伝子は不活性な状態に保たれている。遺伝子 F は DNA のプロモーター領域がメチル化（DNA の塩基にメチル基[$-CH_3$]が付加されること）されることによって発現が抑制される。しかし，雌性配偶体の中央細胞では，この領域がある酵素によって脱メチル化（メチル基が離れること）されるので遺伝子 F は活性化される。そのため，受精後の胚乳においては，母親に由来する遺伝子が選択的に発現する。一方，雄性配偶子では別の酵素が働き，メチル化が維持され遺伝子発現の抑制状態が維持される。メチル化が維持されると遺伝子発現が抑制されるのはなぜか，そのしくみを 2 行以内で記せ。

3 次の文章を読み，以下の問（1）～（7）に答えよ。

水は生命にとって不可欠な物質であり，水なしに生物は生きていけない。水は分子量が小さいため，環境内に豊富に水が存在する場合には，細胞内と細胞外の溶質の濃度差を利用して，低張液から高張液へと水分子を移動させることができる。これを浸透という。しかし，(a)細胞膜は疎水性の障壁を持つリン脂質二重層なので，浸透だけに頼った細胞膜の水の移動はわずかしか生じない。それにもかかわらず，動物の赤血球，(b)腎臓の細胞などは細胞膜を横切って多量の水を高速に通すことができる。多くの科学者は，このような細胞の細胞膜には(c)多量の水を高速に透過するタンパク質があると考えた。そこである科学者は，赤血球の細胞膜に多量に存在するタンパク質Hが，このタンパク質であると考え，下記の実験Iを行った。

① ヒトのタンパク質Hの遺伝情報を持つmRNAを含む水溶液を，アフリカツメガエルの卵母細胞Aに注入した。
② 卵母細胞BにはmRNAを含まない水溶液を，①と同じ量を注入した。
③ 卵母細胞Cには別のタンパク質の遺伝情報を持つmRNAを含む水溶液を，①と同じ量を注入した。
④ ①～③の操作をした卵母細胞を，室温で等張液（アフリカツメガエルの体液の浸透圧にほぼ等しい溶液）の中に72時間入れた。
⑤ その後，卵母細胞を入れた溶液を，約3倍量の蒸留水で薄めた。

実験Iの結果

卵母細胞Aは大量の水が入り，数分後に破裂した。
卵母細胞Bは水が入って多少膨張したが，破裂しなかった。
卵母細胞Cはほとんど膨張しなかった。

その後，下記の実験IIを行った。

アフリカツメガエルの卵母細胞に，タンパク質を介在する水透過を阻害する塩化水銀（II）（$HgCl_2$）や，塩化水銀（II）による水透過の阻害を解除する化学物質Mを与えて，水分子が透過する速度を調べた。

表1　実験IIの結果

タンパク質HのmRNAの卵母細胞への注入	塩化水銀（II）	化学物質M	水分子の透過する速度
なし	なし	なし	（ア）
なし	あり	なし	（イ）
なし	あり	あり	（ウ）
あり	なし	なし	（エ）
あり	あり	なし	（オ）
あり	あり	あり	（カ）

問(1)　下線部(a)の細胞膜の断面図を親水性の部分と疎水性の部分がどのように分布しているかわかるように模式的に書け。

問(2)　ヒトの体液の塩分濃度が上昇した際，下線部(b)のヒトの腎臓において，水の再吸収を促進するホルモンが働くまでの過程を3行以内で記せ。

問(3)　(i)　下線部(c)のタンパク質の名称を記せ。

(ii)　細胞膜で主にイオンを受動輸送しているタンパク質の名称を記せ。

問(4)　小腸の上皮細胞では，腸管側のグルコース濃度が小腸上皮細胞内よりも低いにもかかわらず，グルコースを小腸上皮細胞に取り込んでいる。どのようなしくみで取り込んでいるのか，3行以内で記せ。

問(5)　実験Iでタンパク質 H が水を高速で透過するタンパク質であることは推測できた。実験IIでは実験Iの結果を支持するデータが得られた。表 1 の（ア）～（カ）の中で水分子の透過する速度が速いものを 2 つ選べ。

問(6)　実験Iと実験IIで，タンパク質 H が水を高速で透過するタンパク質であることは推測できた。しかし，アフリカツメガエルの卵母細胞には既に水を高速で透過するタンパク質が存在し，タンパク質 H はそのタンパク質を活性化したにすぎないのではないかという批判が出た。それに対して，ある実験を行い，タンパク質 H が水を高速で透過するタンパク質であることを明らかにした。どのような実験をしたと考えられるか，下記の語句をすべて用いて，3 行以内で記せ。

【語群】減少，体積，脂質分子，等張液，スクロース，小胞，
タンパク質 H，ヒトの赤血球，人工の膜

問(7)　以下は細胞膜ではたらく，あるホルモンに関する文章である。空欄 [キ] ～ [シ] に適する語句を入れよ。

[キ] は副腎髄質から分泌され血液中を移動し，このホルモンの [ク] 器官である肝臓の細胞膜上の [ケ] に結合する。その結果 [ケ] の立体構造が変化して，細胞膜上にある [コ] を活性化する。活性化した [コ] は [サ] から cAMP という情報伝達物質を新たに産生する。cAMP はさらに別の [コ] を活性化して，一連の反応を促進し，最終的にグリコーゲンがグルコースに分解される。この結果グルコースが血液中に運ばれて血糖濃度が上昇する。cAMP のような細胞内の情報伝達物質は，[シ] とよばれる。

令和７年度（2025 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６年 11 月２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	16：00～17：30 （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. 特に指示がある場合以外は，日本語で記入してください。
8. 解答に字数の指定がある場合は，句読点，数字，アルファベット，記号も１字として数えてください。
9. 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。

C2346

———このページは白紙———

———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。

著作権の都合上、この部分はご覧いただけません。

C2346

著作権の都合上、この部分はご覧いただけません。

C2346

問１　下線部（1）の that が示す内容を本文に即して説明しなさい。

問２　下線部（2）の 8 countries について，文中ではいくつかに分類されている。どのように分類されているか説明しなさい。

問３　下線部（3）について，we が指すものを具体的に示して，日本語に訳しなさい。

問４　本文の内容から正しいと判断できるものを，次の (A)〜(D) の中から一つ選び，記号で答えなさい。

(A) スペインとウクライナでは国民の英語習熟度が異なっている。
(B) 学術論文の審査過程では，研究内容の正確さと英語の質の問題は分けて評価される。
(C) 英語が堪能でない人にとって，論文やプレゼンテーションだけでなく，研究費を獲得するための申請も困難である。
(D) 英語を母国語とする国の数は世界の国の数の 5%に過ぎない。

C2346

———このページは白紙———

2 次の英文を読んで，以下の問いに答えなさい。

著作権の都合上、この部分はご覧いただけません。

C2346

著作権の都合上、この部分はご覧いただけません。

C2346

著作権の都合上、この部分はご覧いただけません。

C2346

問１　本文中で 下線部(1)Avian と同じ意味で用いられている英単語を答えなさい。

問２ 下線部(2)を日本語に訳しなさい。

問３ 下線部(3)について、なぜ It should be no surprise なのか、その理由について本文に即して簡潔に説明しなさい。

問４　下線部(4)について、 なぜ controversial なのか、その理由について本文に即して簡潔に説明しなさい。

問５　以下の (A)～(D) のうち，本文の内容から誤っていると判断できるものを二つ選び，記号で答えなさい。

(A) HPAI に感染した人は５０％以上の確率で死に至る。
(B) 最初の HPAI は野生のガチョウから見つかった。
(C) 鳥の死体を見つけた場合は HPAI に感染している可能性があるので、拾って専門機関に持っていく必要がある。
(D) HPAI の世界的な流行を抑制する施策の一つとして，家禽飼育羽数の増加の抑制があげられる。

C2346

3 次の英文を読んで，以下の問いに答えなさい。

[1] In the 1990s and early 2000s, technologists made the world a grand promise: new communications technologies would strengthen democracy, undermine authoritarianism, and lead to a new era of human *flourishing. But today, (1)few people would agree that the internet has lived up to that *lofty goal.

[2] Today, on social media platforms, content tends to be ranked by how much engagement it receives. Over the last two decades politics, the media, and culture have all been reshaped to meet a single, overriding incentive: *posts that provoke an emotional response often rise to the top. Efforts to improve the health of online spaces have long focused on content moderation, the practice of detecting and removing bad content. Tech companies hired workers and built AI to identify hate speech, *incitement to violence, and harassment. That worked imperfectly, but it stopped the worst toxicity from flooding our feeds. There was one problem: while these AIs helped remove the bad, they didn't elevate the good. "Do you see an internet that is working, where we are having conversations that are healthy or productive?" asks Yasmin Green, the CEO of Google's Jigsaw unit, which was founded in 2010 with a remit to address threats to open societies. "No. You see an internet that is driving us further and further apart." What if there were another way?

[3] Jigsaw believes (2)it has found one. On Monday, the Google subsidiary revealed a new set of AI tools, or classifiers, that can score posts based on the likelihood that they contain good content: Is a post *nuanced? Does it contain evidence-based reasoning? Does it share a personal story, or foster human compassion? By returning a numerical score (from 0 to 1) representing the likelihood of a post containing each of those virtues and others, these new AI tools could allow the designers of online spaces to rank posts in a new way. Instead of posts that receive the most likes or comments rising to the top, platforms could — in an effort to foster a better community — choose to put the most nuanced comments, or the most compassionate ones, first.

[4] The breakthrough was made possible by recent advances in (3)large language models (LLMs), the type of AI that underpins *chatbots like ChatGPT. In the past, even training an

C2346

AI to detect simple forms of toxicity, like whether a post was racist, required millions of labeled examples. Those older forms of AI were often *brittle and ineffectual, not to mention expensive to develop. But the new generation of LLMs can identify even complex linguistic concepts out of the box, and *calibrating them to perform specific tasks is far cheaper than it used to be. Jigsaw's new classifiers can identify "attributes" like whether a post contains a personal story, curiosity, nuance, compassion, reasoning, *affinity, or respect. "It's starting to become feasible to talk about something like building a classifier for compassion, or curiosity, or nuance," says Jonathan Stray, a senior scientist at the Berkeley Center for Human-Compatible AI. "These fuzzy, contextual, know-it-when-I-see-it kind of concepts - we're getting much better at detecting those."

[5] This new ability could be a watershed for the internet. Green, and a growing chorus of academics who study the effects of social media on public discourse, argue that content moderation is "necessary but not sufficient" to make the internet a better place. (4)Finding a way to boost positive content, they say, could have *cascading positive effects both at the personal level — our relationships with each other — but also at the scale of society. "By changing the way that content is ranked, if you can do it in a broad enough way, you might be able to change the media economics of the entire system," says Stray, who did not work on the Jigsaw project. "If enough of the algorithmic distribution channels disfavored divisive rhetoric, it just wouldn't be worth it to produce it any more."

（出典："The AI that Could Heal a Divided Internet" April 15, 2024, *Time* より一部改変）

(注)

*flourishing: 繁栄　　*lofty: 高尚な

*post(s): 投稿　　*incitement: 誘因

*nuanced: ニュアンス（微妙な差異）を含んでいる

*chatbot(s): テキストや音声を使って自動で会話を行うプログラム

*brittle: 脆い　　*calibrating: 調整する

*affinity: 親和性　　*cascading: 連鎖する

C2346

問１　下線部 (1) について，どうして few people would agree なのか，段落[2]で述べられている内容に即して説明しなさい。

問２　下線部 (2) の具体例としてあげられているものを，段落[3]で述べられている内容に即して 120 字程度で説明しなさい。

問３　下線部 (3) large language models (LLMs) がもつ，従来の AI にはない特徴を，２点説明しなさい。

問４　下線部 (4) を日本語に訳しなさい。

C2346

令和７年度
ＡＯ入試問題集
（工学部）

公表期限：2028 年 3 月末

東北大学アドミッション機構

令和７年度（2025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６年11月２日

志願学部	試験時間	ページ数
工　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。

A5

———このページは白紙———

$\boxed{1}$ 以下の問いに答えよ。

(1) 3桁の整数について，次の問いに答えよ。

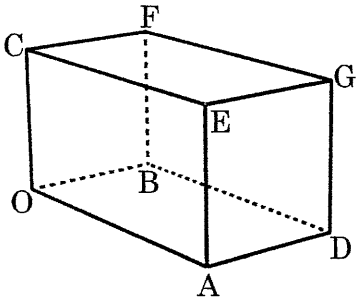
(ア) 各位の数字の和が14であるものの個数を求めよ。

(イ) 各位の数字の和が5以上10以下であるものの個数を求めよ。

(2) 不等式 $a+b \geqq k$ を満たすすべての実数 a, b が，常に不等式 $a^2+b^2 \geqq a+b$ を満たすような実数 k の最小値を求めよ。

A5

2 右図のように，OA = 2，OB = OC = 1 の直方体 OADB−CEGF がある。線分 EF の中点を M，線分 OM と線分 CD の交点を P，頂点 C から平面 OFM に下ろした垂線と OFM との交点を H とする。$\overrightarrow{OA} = \vec{a}$，$\overrightarrow{OB} = \vec{b}$，$\overrightarrow{OC} = \vec{c}$ とおく。以下の問いに答えよ。



(1) $\overrightarrow{OP}$ を $\vec{a}$，$\vec{b}$，$\vec{c}$ を用いて表せ。また，OP : PM を求めよ。

(2) $\overrightarrow{OH}$ を $\vec{a}$，$\vec{b}$，$\vec{c}$ を用いて表せ。また，点 H は平面 OFM 上のどのような位置にあるか。

(3) 三角形 OFM の面積 S を求めよ。

(4) 三角錐 OCFP の体積 V を求めよ。

A5

$\boxed{3}$ $f(x) = \frac{1}{2}(\log x)^2 - \log x - 1$ とする。次の問いに答えよ。ただし，e は自然対数 $\log x$ の底とする。

(1) $x > 0, y > 0$ のとき，不等式 $x^y e^{-x} \leqq y^y e^{-y}$ が成り立つことを示せ。

(2) n を正の整数とする。(1) で示した不等式を利用して，$\lim_{x \to \infty} x^n e^{-x} = 0$ であることを示せ。また，$\lim_{x \to \infty} \frac{(\log x)^n}{x}$ の値を求めよ。

(3) 直線 $y = mx$ が曲線 $y = f(x)$ と接するように定数 m の値を定めよ。

(4) a を実数とする。x についての方程式 $f(x) - ax = 0$ の実数解の個数を調べよ。

A5

令和７年度（2025 年度）東北大学

ＡＯ入試（総合型選抜）Ⅱ期

筆記試験②　封筒

令和６年 11 月２日

志願学部／学科／専攻	試験時間	問題冊子数
工　学　部	13：00～15：00 （120 分）	２冊

注　意　事　項

1. **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。**
2. この封筒には，「問題冊子」２冊，「解答用紙」２種類，「メモ用紙」１枚が入っています。
3. 筆記試験②は，＜必答問題１＞，＜必答問題２＞の２冊からなります。
   ※　**＜必答問題１＞，＜必答問題２＞を両方とも解答してください。**両方解答しなかった場合は，失格となります。

4. 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。
5. 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。
6. 「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。
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」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。

B5

令和７年度（2025 年度）東北大学

ＡＯ入試（総合型選抜）Ⅱ期

筆記試験②
＜必答問題１＞

令和６年 11 月２日

志願学部／学科／専攻	試験時間	ページ数
工　学　部	13：00～15：00 （120 分）	12 ページ

B2456

1 図１のように，長さ $2L$ の細い円筒内に，ばね定数 k，自然長 $2L$ のばねを入れ，ばねの一端を円筒の左端に固定し，他端に質量 m の小物体Ａを取り付けた。小物体Ａは円筒のなめらかな内面に接しながら運動することができ，円筒は変形することなく，小物体Ａの運動とばねの縮みを円筒に沿った方向に限定する役割をもつ。また，円筒は密閉されておらず，気体の圧力による力は考えなくてよい。小物体Ａの大きさや円筒の太さ，円筒やばねの質量，摩擦や空気抵抗は無視できるものとし，重力加速度の大きさを g とする。小物体Ａの運動は，ばねが完全に縮む場合はその直前までを考える。

以下の問１～３に答えよ。解答は解答用紙の所定の場所に記入せよ。また，結果だけでなく，考え方や計算の過程も示せ。

問１　図２のように，小物体Ａとばねが入った円筒を，ばねの固定された面を下にして水平面に垂直に置くと，小物体Ａはばねが L だけ縮んだ位置で静止した。

(a) ばね定数 k を，m，g，L を用いて表せ。

(b) 小物体Ａを，外力を加えてばねの自然長の位置まで静かに持ち上げる。このときの外力のした仕事 W を，m，g，L を用いて表せ。

(c) ばねの自然長の位置から小物体Ａを静かにはなすと，小物体は動き始めてばねが自然長から L だけ縮んだ位置を通過した。このときの小物体Ａの速さ v を，m，g，L の中から必要なものを用いて表せ。

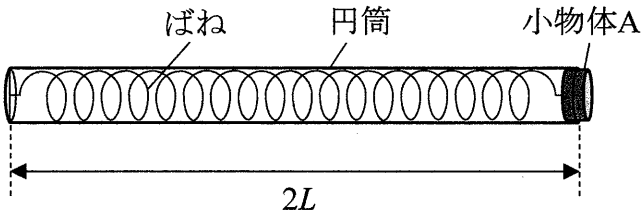


図１

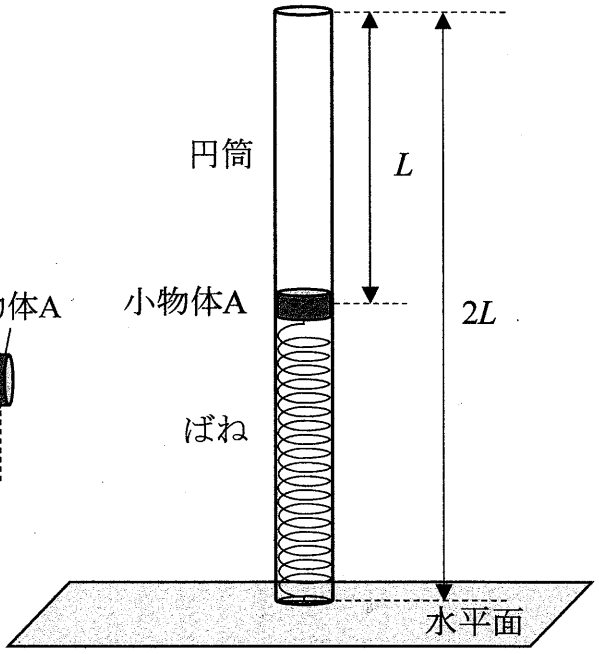


図２

問２　次に，図３のように，鉛直面に水平面からの高さが $2L$ の位置に細い軸を取り付け，その軸に円筒の上端を取り付けて，小物体Ａをばねの縮みが L の位置に静止させた。円筒の下端は水平面からわずかに離れており，円筒は小物体Ａとともに軸を中心に鉛直面に沿ってなめらかに回転できる。軸の位置を原点Ｏとして，水平に右向きを正として x 軸を，鉛直に上向きを正として y 軸をとる。力積および力の x 成分，y 成分の正の向きはそれぞれ x 軸，y 軸の正の向きとする。

その後，質量 M の小物体Ｂを，水平面上で x 軸の正の向きに速さ V で円筒の下端に衝突させた。衝突後，小物体Ｂは静止した。衝突において小物体Ｂが円筒に接していた時間は，その時間内での円筒の動きが無視できるほど短く，その微小な時間を Δt とする。

(a) 衝突で小物体Ｂが受けた力積の x 成分 I および平均の力の x 成分 $\overline{F}$ を，それぞれ M，V，Δt の中から必要なものを用いて表せ。

(b) 衝突で小物体Ａが受けた平均の力の x 成分 $\overline{f}$ を，M, V, Δt を用いて表せ。

(c) 衝突直後の小物体Ａの速さ v' を，M，m，V を用いて表せ。

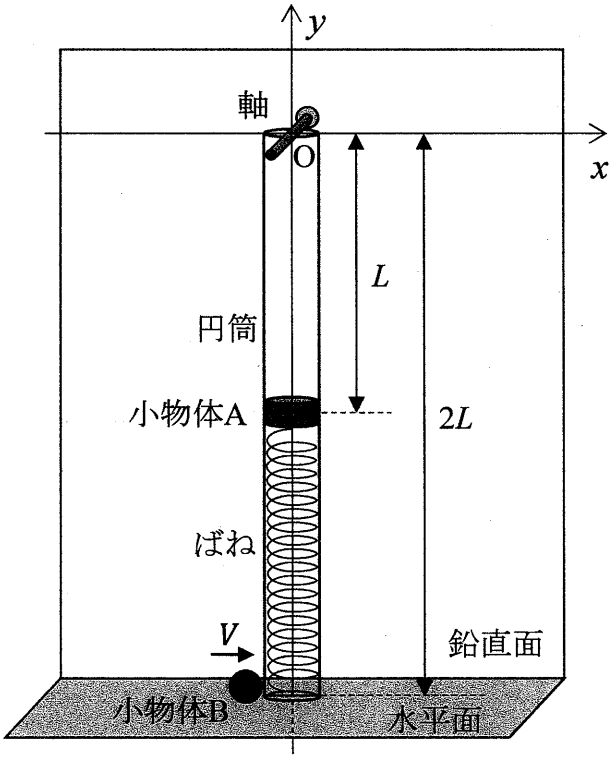


図３

B2456

問３　問２の小物体 B の衝突の後，静止した小物体 B を取り除いた。その後，図４のように小物体 A は初速度 v' で円筒とともに，y 座標が $y=-L$ の直線上を運動し始めた。

(a) 小物体 A の x 座標が x_A のときに，小物体 A にはたらく力の x 成分 F_x および y 成分 F_y を，それぞれ x_A，m，k，L の中から必要なものを用いて表せ。

(b) 時間が経過すると，円筒の振れは最大となり，一瞬静止して戻り始めた。円筒が振れ始めてから最初に振れが最大になるまでに要した時間 t および振れが最大となったときの小物体 A の x 座標 X を，それぞれ m，k，v'，L の中から必要なものを用いて表せ。

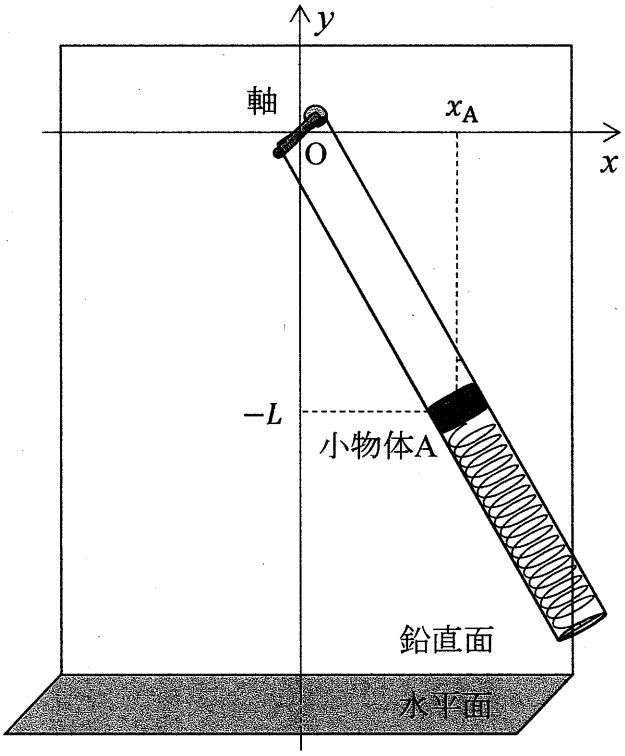


図４

B2456

2 水面を伝わる波は，媒質となる水の水深により波の速さが異なる。水深の異なる領域Ⅰから領域Ⅱに入射する水面を伝わる波について考える。領域Ⅰと領域Ⅱの静水における波の速さはそれぞれV_1，V_2 ($V_2 < V_1$)である。なお，２つの領域の境界面は平面で，境界面で反射する波は考えない。

以下の問１～３に答えよ。解答は解答用紙の所定の場所に記入せよ。また，結果だけでなく，考え方や計算の過程も示せ。

問１　図１のように，領域Ⅰにおける波長がλ_1の平面波が，領域Ⅰから入射角θ_1で境界面に入射し，屈折角θ_2で屈折して領域Ⅱに進行した。領域Ⅰから領域Ⅱに進行する波の進む向きを示す線（射線）を矢印のついた破線で示し，領域Ⅰでの波面の一部を実線で示している。媒質となる水の流れはなく，そのときの水面を伝わる波の領域Ⅰに対する領域Ⅱの屈折率（相対屈折率）nを

$$n = \frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2}$$

と定義する。

(a) 波面①，波面②，波面③の領域Ⅱにおける様子を解答用紙の図に描き入れ，特徴的な角度を記入せよ。

(b) 描いた図から，領域Ⅱの波長λ_2を，λ_1，nを用いて表せ。

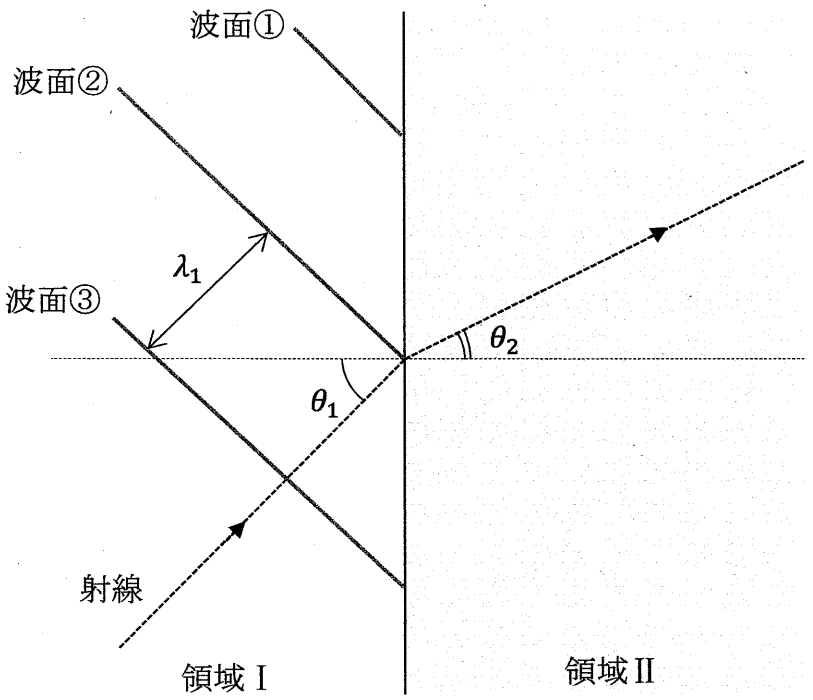


図１

問２　問１と同じ領域Ｉと領域IIがあり，図２のように，領域の境界に２つのスリットS_1, S_2のある厚さの無視できるうすい壁を置き，領域II内でスリットからLだけ離れた位置に境界と平行にもう１つの壁Ｗを置いた。２つのスリットの間隔はDで，その二等分線（中心軸）と壁Ｗとの交点を原点Ｏとして壁Ｗに沿ってx軸を，中心軸に沿ってy軸をとる。x軸の正の向きはS_2からS_1の向き，y軸の正の向きはスリットのある壁から壁Ｗの向きとする。２つの領域，２つの壁は，x軸に沿った方向には十分な広がりがある。壁Ｗ上のx座標がXにある点をＰとする。水面を伝わる波の領域Ｉに対する領域IIの屈折率はnである。

領域Ｉからスリットに向かって波長λ_1の平面波を中心軸に平行に入射すると，領域IIで２つのスリットから生じた円形波が干渉した。

(a)　スリットS_1，S_2から生じた波が，点Ｐにおいて同位相で重なり強め合った。そのときの条件式を，D, L, X, λ_1, nおよび整数m $(m = 0, \pm1, \pm2, \pm3, \cdots)$を用いて表せ。

(b)　問２(a)の条件式を満たす点の数は有限である。$D = 4\lambda_1$，$n = 1.4$のときの強め合う点の数を，数値で答えよ。

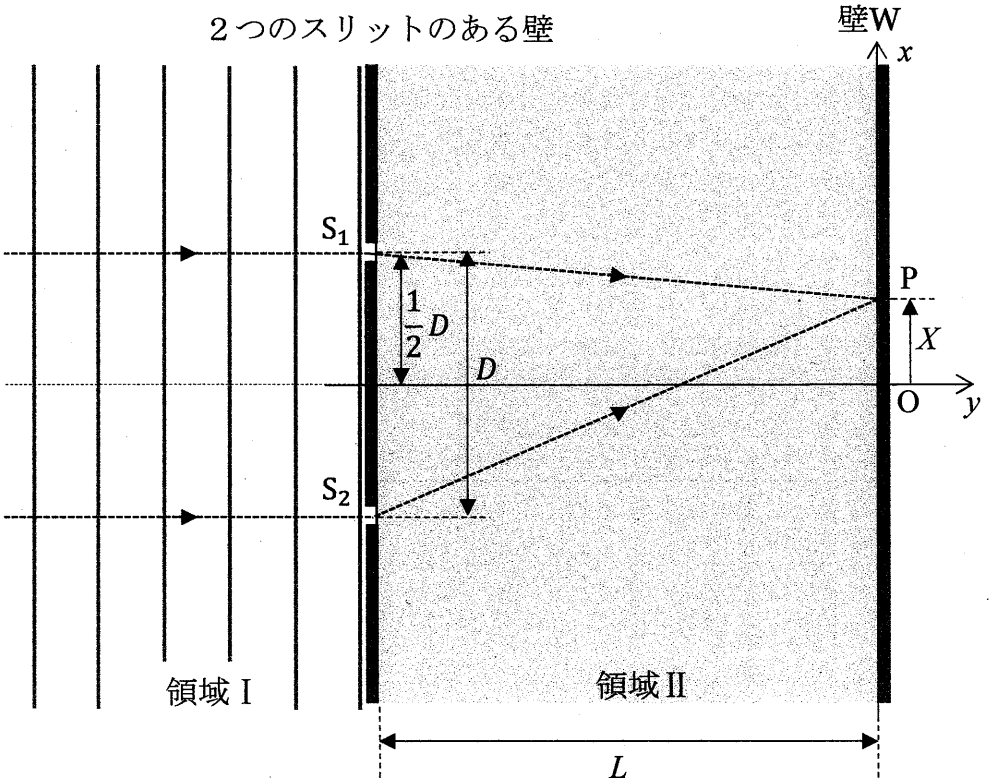


図２

B2456

問３　図３のように，問２において，領域Ⅱの媒質の水を一様に x 軸の正の向きに速さ v で流した。スリット付近における水の流れの乱れは無視できる。なお，領域Ⅱの静水における波の速さは V_2，波長は λ_2 であり，S_1 と O の間の距離を ℓ とする。

(a) S_1 から O に向かって生じた水面波は，水の流れによって壁 W 上の点 P′ に到達した。S_1 から O に向かって生じた水面波の進む速度の y 成分の大きさ V_y および点 P′ の x 座標 X' を，それぞれ V_2，v，L，ℓ の中から必要なものを用いて表せ。

(b) S_1 から生じて点 P′ に到達した水面波と，S_2 から生じて点 P′ に到達した水面波の重なりの様子を表すものとして最も適切なものを，次の(あ)～(え)の中から１つ選び記号で答えよ。また，選んだ理由を簡潔に説明せよ。

（あ）流れがないときの点 O と同じように波が同位相で重なり強め合う。

（い）流れがないときの点 O と同じように波が逆位相で重なり弱め合う。

（う）波の位相差が時間とともに変化するため「うなり」が生じる。

（え）流れがないときの点 P′ と同じ位相差で重なり，v によって重なり方の様子は変わる。

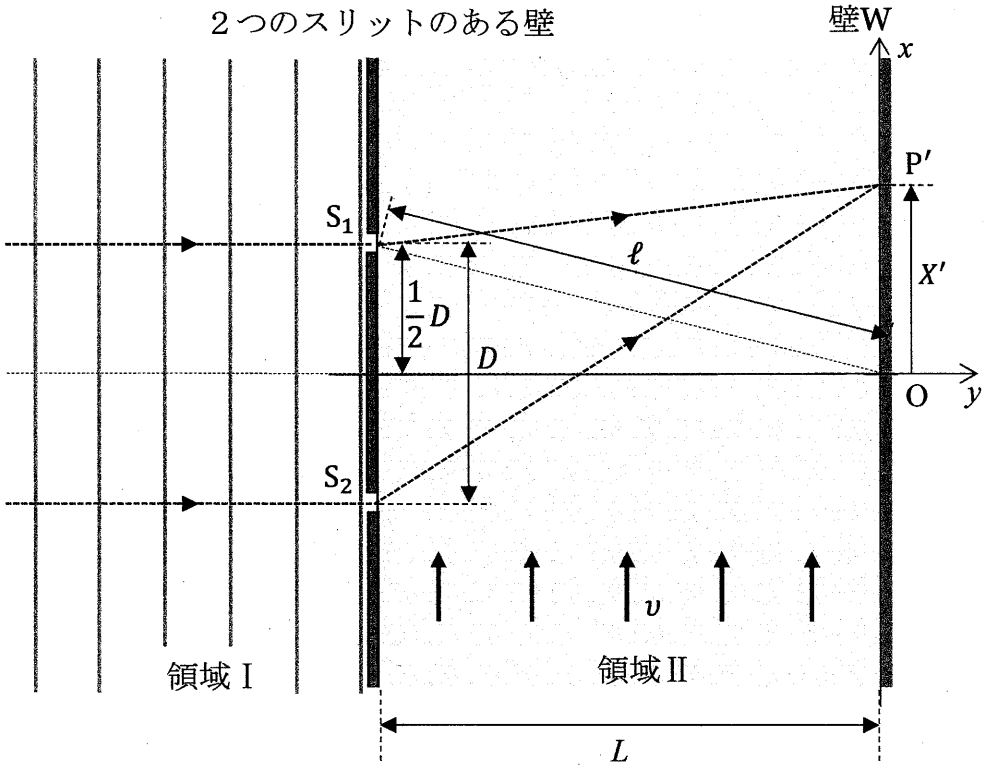


図３

B2456

3 導体棒に電流を流す場合について考える。導体棒は抵抗率 ρ の一様な材質でできており，導体内のキャリア（電流の担い手）は電気量 $-e$ の自由電子で，単位体積あたりの数は n である。導体棒の両端に電圧を加えると，自由電子は導体棒内の電場（電界）から力を受け，加速されて進む。自由電子は導体棒内の金属イオン等との衝突により速さに比例する抵抗力を受け，やがて電場から受ける力と抵抗力とがつり合って，一定の速さで移動するようになる。この抵抗力の大きさは自由電子の速さ v に比例し，kv（k は正の比例定数）で表されるものとする。

以下の問１～３に答えよ。解答は解答用紙の所定の場所に記入せよ。また，結果だけでなく，考え方や計算の過程も示せ。

問１　図１のように，長さ L，縦幅 D，奥行き W の直方体の導体棒の両端の点 a と点 b の間に電圧 V を加えると，自由電子は一定の速さ v で移動し，大きさ I の電流が流れた。導体棒に沿って右向きを正として x 軸を，奥行き方向を正として y 軸を，上方向を正として z 軸を取り，導体棒の左端手前下を原点 O とする。

(a) この導体棒の両端 ab 間の抵抗値 R を，ρ，L，D，W を用いて表せ。

(b) 導体棒内の電場は一様であるので，電場の強さは $\dfrac{V}{L}$ となる。また，電流の大きさは，単位時間あたりに導体棒の断面を通過する電気量の大きさであるので，$I = envDW$ と表される。これらのことを用いて，比例定数 k を，ρ，e，n を用いて表せ。

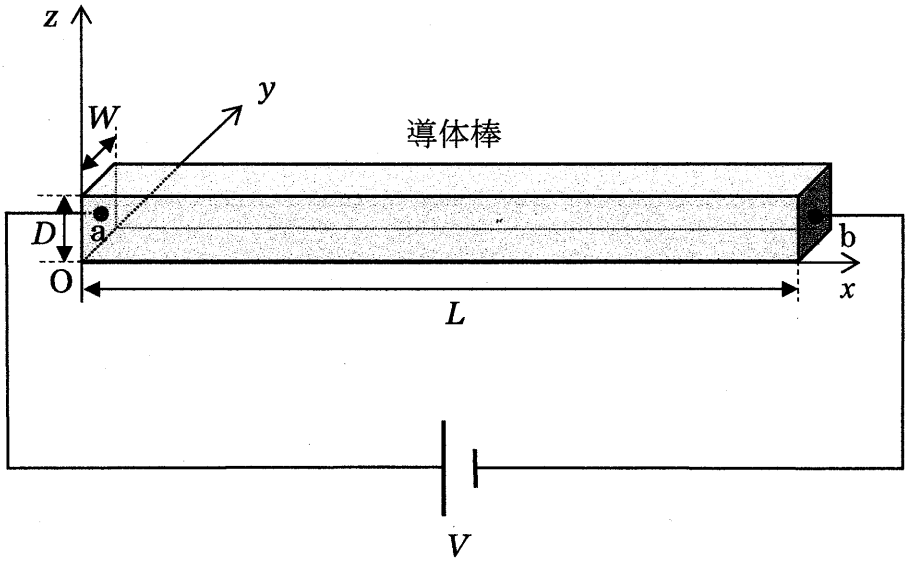


図１

問２　次に，図２のように，図１の電流が流れている導体棒に，y 軸の正の向きに磁束密度 B の一様な磁場（磁界）を加えた。導体棒内を移動する自由電子は，磁場からローレンツ力を受けることで自由電子の分布に偏りが生じる。この偏りによって導体棒内に z 軸に平行な向きに電場が生じ，導体棒の下面と上面の間に電圧が生じた（ホール効果）。この z 軸に平行な向きに生じた電場から自由電子が受ける力と，磁場によるローレンツ力がつり合うことで，自由電子は磁場を加える前と変わらず x 軸に平行な向きに速さ v で移動し，導体棒には大きさ I の電流が流れた。同じ x 座標にある導体棒の上面の点 p と下面の点 q の間の電圧の大きさを測定すると V_z であった。

(a) 自由電子が受けるローレンツ力の大きさ f を，e，v，B を用いて表し，この力の z 成分の向きを，正，負どちらかで答えよ。

(b) 点 p と点 q で電位の高い方を，p，q のどちらかで答え，また，単位体積あたりの自由電子の数 n を，e，ρ，L，D，V，B，V_z を用いて表せ。

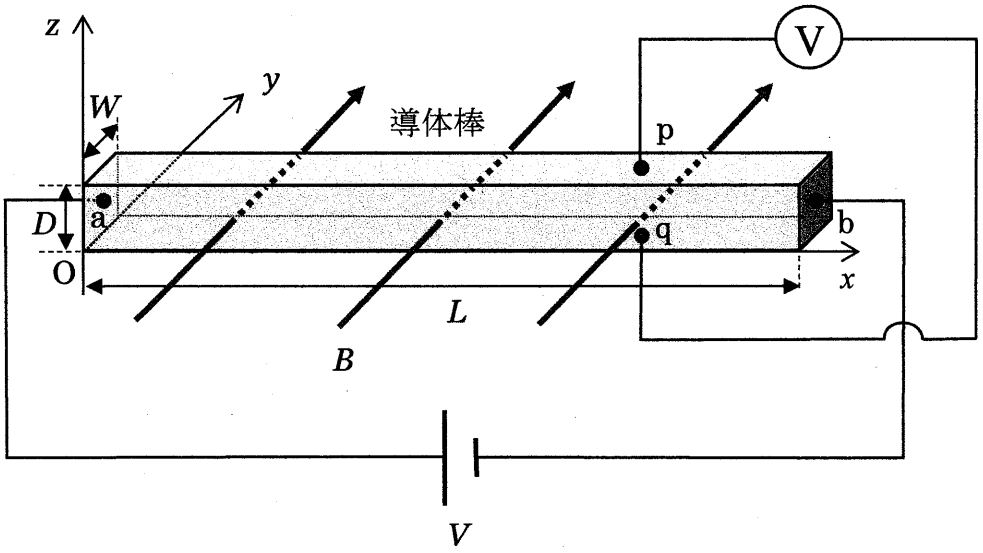


図２

B2456

問３　さらに，図３のように，導体棒を問１，２と同じ材質で，長さL，奥行きW，z軸方向の幅がDからD' $(L > D' > D)$にx座標とともに一定の割合で増加しているものに変えた。導体棒の両端ab間に電圧Vを加えると，導体棒には大きさI'の電流が流れた。その後，y軸の正の向きに磁束密度Bの一様な磁場を加え，x座標がともにXの位置にある導体棒の上面の点p′と下面の点q′の間の電圧を測定した。

(a) x座標がXの位置における自由電子の速さv_Xを，I'，e，n，L，D，D'，W，Xを用いて表せ。

(b) x座標がXの位置における点p′と点q′の間の電圧の大きさV_Xを，I'，e，n，B，L，D，D'，W，Xの中から必要なものを用いて表せ。

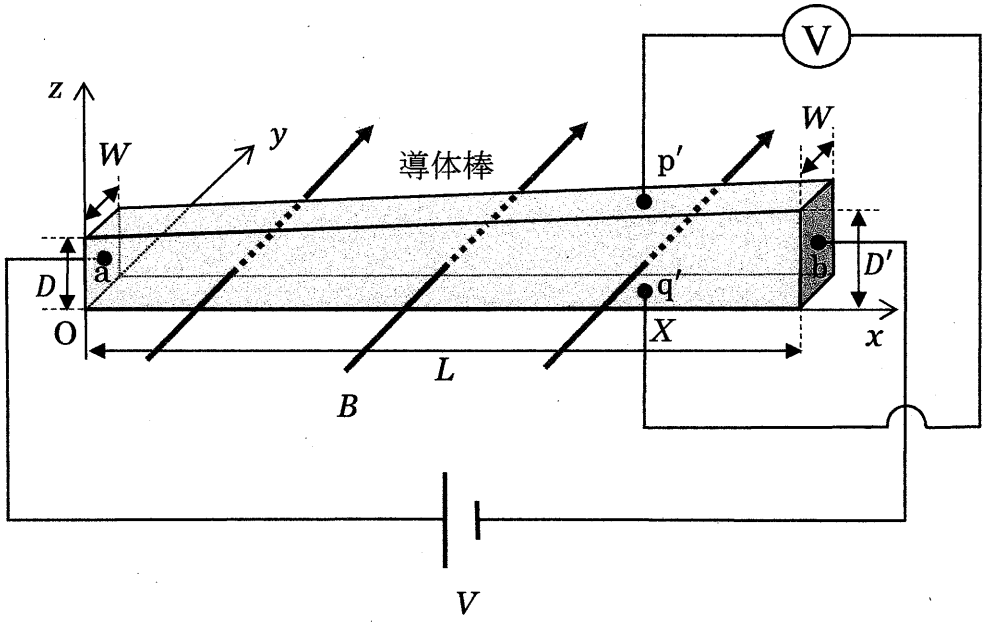


図３

令和７年度（2025年度）東北大学
ＡＯ入試（総合型選抜）Ⅱ期

筆記試験②
＜必答問題２＞

令和６年11月２日

志願学部／学科	試験時間	ページ数
工　学　部	13：00～15：00 （120分）	18ページ

B256

必要があれば次の数値を用いなさい。

気体定数： 8.3×10^{3} Pa·L/(mol·K)　　絶対零度：　−273 ℃

アボガドロ定数： 6.0×10^{23} /mol

原子量：　H = 1.0　N = 14.0　Mg = 24.3　Cl = 35.5

1　次の文章〔Ⅰ〕と〔Ⅱ〕を読み，問1から問9に答えなさい。

〔Ⅰ〕　イオン化エネルギーを同族元素で比較すると，一般に原子番号が大きいものほどイオン化エネルギーが小さい。たとえば，アルカリ金属元素の場合は Li ＞ Na ＞ K ＞ Rb ＞ Cs であり，この中で最も陽イオンになりやすく，その単体の反応性が高い元素は［ア］である。また，同周期の元素で比較すると最もイオン化エネルギーが大きいのは［イ］元素である。［イ］元素の原子の価電子は［ウ］個であり，きわめて安定で化合物を作りにくい。イオン化エネルギーは原子の陽性の強さを知る上で重要な指標であるが，a) 水溶液中における金属の反応性についてはイオン化エネルギーの値だけから推測することはできない。一方，電子親和力は，その値が大きい原子ほど電子を受け取って安定化しやすく，17 族元素で大きな値となっている。

イオン化エネルギーと電子親和力という２つのエネルギーは，原子と電子の親和性に関わるものであり，その大きさは個々の原子で異なっている。このことは，原子どうしの共有結合において，結合に関与する電子を引き付ける強さが原子によって異なるということを示唆している。原子が共有電子対を引き付ける強さの尺度としては電気陰性度があり，その数値化が試みられてきた。その１つにポーリングの電気陰性度がある。ポーリングは，同じ原子Ａどうしの結合（Ａ－Ａ）の結合エネルギーと原子Ｂどうしの結合（Ｂ－Ｂ）の結合エネルギーの平均に比べて，異なる原子ＡとＢの間の結合（Ａ－Ｂ）の結合エネルギーがいつも大きいことに気がついた（式ｉ）。ここで，D_{XY} は原子Ｘと原子Ｙの結合エネルギーを表している(＊注1)。

$$D_{AB} - \frac{1}{2}(D_{AA}+D_{BB}) > 0 \quad (＊注2) \cdots \text{式i}$$

この現象の理由として，ポーリングは b) 原子ＡとＢが共有結合したとき，共有電子対の偏りによって結合に極性が生じ，ある割合でイオン結合性を含むようになり，そ

の分結合エネルギーが大きくなるためであると考えた。そこで，原子が共有電子対を引きつける強さを電気陰性度としてχで表し，2つの原子の電気陰性度の差の絶対値$|\chi_A-\chi_B|$が$\sqrt{D_{AB}-\frac{1}{2}(D_{AA}+D_{BB})}$に比例するとして，式ⅱのように定義した。ただし，$k$は定数である。

$$|\chi_A-\chi_B| = k\times\sqrt{D_{AB}-\frac{1}{2}(D_{AA}+D_{BB})} \quad \cdots \text{式ⅱ}$$

（＊注1）Dは正しくは結合解離エネルギーを表すが，ここでは簡単に結合エネルギーとする。
（＊注2）D_{AA}とD_{BB}の相乗平均をとる式と相加平均をとる式が存在するが，ここでは相加平均をとる式を用いた。

問1　空欄［ア］にあてはまる元素の名称，空欄［イ］にあてはまる周期表の族の名称をそれぞれ書きなさい。また，空欄［ウ］にあてはまる数字を0から8より1つ選んで，解答欄の数字を○で囲みなさい。

問2　下線部a)について，次の(1)と(2)に答えなさい。

(1)　単体の金属（固体）が水溶液中で電子を放出して陽イオンになろうとする性質のことを金属の［エ］という。空欄［エ］にあてはまる語句を6文字で書きなさい。

(2)　(1)で述べた金属の性質の強さは標準電極電位として定量的に表すことができ，その強さをLi，Na，Kで比較するとLi＞K＞Naの順となる。この順番はイオン化エネルギーから推定される陽イオンになりやすい順番とは異なっている。その理由を考えるために，LiとKを例として，水溶液中において金属単体が電子を失って陽イオンになる反応（下枠内）におけるエンタルピー変化ΔHの大きさを比較したい。ヘスの法則を利用してQ_1やQ_2の値を計算で求めるために必要なものを①から⑥よりすべて選んで，解答欄の番号を○で囲みなさい。なお，下枠内のaqは溶媒の水を表し，化学式のあとにaqをつけたものは水に溶解していることを表す。

Li（固）	＋ aq	→	Li^+aq	＋ e^-	$\Delta H = Q_1$〔kJ〕
K（固）	＋ aq	→	K^+aq	＋ e^-	$\Delta H = Q_2$〔kJ〕

① Li (気) および K (気) のイオン化エネルギー

② Li (気) および K (気) の電子親和力

③ Li (固) および K (固) の融解エンタルピー

④ Li (固) および K (固) の昇華エンタルピー

⑤ Li^+ (気) および K^+ (気) の水和エンタルピー (＊注3)

⑥ LiCl (固) および KCl (固) の溶解エンタルピー

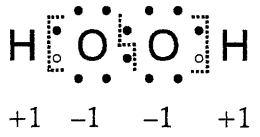
(＊注3) 気体状態のイオン 1 mol が水和するときのエンタルピー変化を水和エンタルピーという。

問3　式ii を用いた場合の臭素 Br の電気陰性度を求め，小数第 2 位を四捨五入して，小数第 1 位まで書きなさい。ただし，H–H，Br–Br，H–Br の結合エネルギーの値をそれぞれ 436 kJ/mol，188 kJ/mol，364 kJ/mol とし，定数 $k = 1.0\times10^{-1}(\mathrm{kJ/mol})^{-1/2}$ とする。また，水素原子の電気陰性度を 2.2 とする。必要であれば，次の数値を用いなさい。

$\sqrt{2} = 1.41$　$\sqrt{3} = 1.73$　$\sqrt{5} = 2.24$　$\sqrt{7} = 2.65$　$\sqrt{11} = 3.32$　$\sqrt{13} = 3.61$　$\sqrt{17} = 4.12$

問4　共有結合を含む分子や多原子イオンにおいて原子の酸化数を決定するには，電気陰性度をもとに結合に関与する電子がどちらの原子に所有されているかを考える。異なる原子どうしの共有結合では，共有電子対は電気陰性度の大きい原子の方に完全に所有されているものとし，また，同じ元素の原子どうしの共有結合の場合は電子対をつくる電子を均等に分けてそれぞれの原子に割り振る。そのようにして，その分子やイオン中の原子が所有する最外殻電子の数を結合前と後で比較し，その差を酸化数とする。例として過酸化水素 H_2O_2 の場合を右に示す。符号付きの数字が酸化数である。

例)



次に示す a から c の炭素原子の酸化数をそれぞれ符号をつけて書きなさい。なお，電気陰性度は次のとおりとする。　水素 H : 2.2　炭素 C : 2.6　酸素 O : 3.4

$\underset{a}{\underline{C}}H_3\text{-}\underset{b}{\underline{C}}H_2\text{-}OH$　　$CH_3\text{-}\underset{c}{\underline{C}}HO$

問５　下線部 b)について次の文を読み，(1)と(2)に答えなさい。

結合の極性の大きさは，電気双極子モーメントの測定値が目安となる。等しい大きさの正電荷$+q$〔C〕と負電荷$-q$〔C〕がある距離だけ離れて存在するものを電気双極子といい，その距離をr〔m〕とすると電気双極子モーメントμ〔C·m〕は$\mu = qr$で表される。

原子ＡとＢからなる分子ＡＢの電気双極子モーメントの実測値がμ_1〔C·m〕であったとする。また，原子Ａと原子Ｂが電子１個をやり取りして，分子ＡＢと同じ結合距離r〔m〕で純粋なイオン結合をつくっていると仮定したときの電気双極子モーメントμ_0〔C·m〕は，電子と陽子の電気素量をそれぞれ$-q_0$（-1.60×10^{-19} C），$+q_0$（$+1.60\times10^{-19}$ C）として次のように計算できる。

$$\mu_0 = q_0 r$$

μ_1/μ_0は分子ＡＢに含まれるイオン結合性の割合を表しており，たとえば，$\mu_1/\mu_0 = 0.30$のとき，イオン結合性は30 %であるという。

(1)　HCl の電気双極子モーメントを測定すると3.70×10^{-30} C·m であった。また，HCl 分子において，水素原子と塩素原子の間の結合距離は同じであるが両者が完全にイオン結合で結びついていると仮定したときの電気双極子モーメント〔C·m〕を計算すると2.03×10^{-29} C·m であった。HCl 分子に含まれるイオン結合性は何％であるか。有効数字２桁でその数値を書きなさい。

(2)　電気双極子モーメントには方向がある。極性がある結合はその１つである。分子内に電気双極子モーメントが複数あり，異なる方向の電気双極子モーメントどうしが打ち消しあい，分子全体として無極性となる分子のうち，３原子分子の例を１つあげ，その分子式を書きなさい。

〔Ⅱ〕　実験書に掲載されていた『気体の分子量の測定』の**<実験の手順>**に従い，ヘキサン(沸点 68.7 ℃)の分子量を求める実験を行い，実験で得られた分子量の値と分子式 C_6H_{14} から得られる分子量 86.0 という値を比較することで，その方法の妥当性を検討することにした。実験はすべて大気中で行い，大気圧は 1.00×10^5 Pa であった。断りがない限り，丸底フラスコ内の気体の温度は，水浴に浸けているときは水浴の温度に等しく，水浴に浸けていないときは室温に等しいとする。なお，水浴には加熱装置がついており，80 ℃以上の一定温度に保たれ，室温は 20.0 ℃であった。また，丸底フラスコの容積は 360 mL であり，温度による容積変化は無視してよく，実験を通して容積は一定であるとする。気体はすべて理想気体としてふるまうものとする。

<実験の手順>

(ⅰ)　乾いた空の丸底フラスコにアルミニウム箔と輪ゴムを載せたもの(図 1)を準備して，その全体（丸底フラスコ，アルミニウム箔および輪ゴム）の質量〔g〕を測定し，w_1 として記録した。

(ⅱ)　丸底フラスコに約 [オ] mL のヘキサンを入れ，アルミニウム箔で丸底フラスコの口を覆い，輪ゴムでとめ，アルミニウム箔には針で小さな穴をあけた。

(ⅲ)　(ⅱ)の丸底フラスコを一定温度に保った水浴に深く沈めて固定し，加熱した(図 2)。

(ⅳ)　丸底フラスコ内のヘキサン（液体）が全部蒸発したのち，2,3 分そのまま放置して水浴に浸けた温度計の値が一定になっていることを確認してから目盛りを読んだところ，87.0 ℃であった。

(ⅴ)　丸底フラスコを水浴から取り出し，外側についている水をふき取り，室温まで十分に放冷したところ，ヘキサンの凝縮が観察された(図 3)。この状態の全体（アルミニウム箔および輪ゴムをつけたままの丸底フラスコ）の質量〔g〕を測定し，w_2 として記録した。

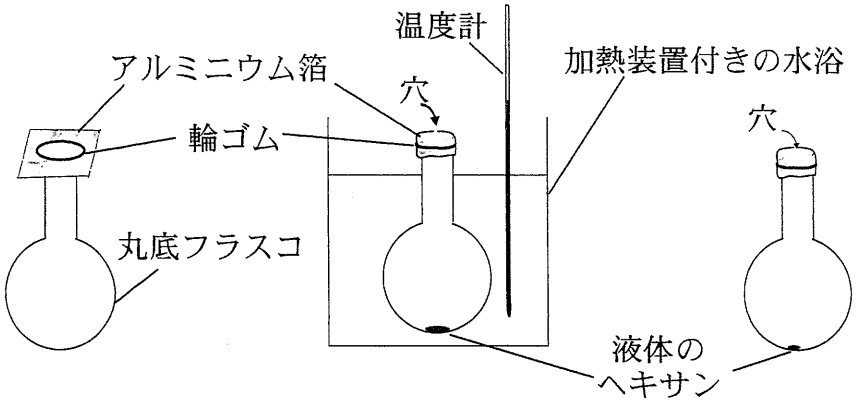


図1　　図2　　図3

問6　手順(ii)で加える液体のヘキサンは，加熱により丸底フラスコ内がヘキサン蒸気のみで満たされるように過剰量を加える必要があるが，必要量を大幅に超えると加熱に要するエネルギーも時間も無駄になる。水浴の温度が87.0 ℃であるとき，手順(ii)の空欄 [オ] に入る最も適切な数値を①から④より選んで解答欄の番号を○で囲みなさい。ただし，液体のヘキサンの密度は 20.0 ℃で 0.66 g/cm^3 とする。

① 0.08　　② 0.8　　③ 8　　④ 80

問7　今回行った実験とは別に体積と温度を変えることができる密閉容器に気体のヘキサンと窒素のみを 1:4 の体積比で混合して封入し，全圧を 1.00×10^5 Pa に保ちながら，温度を 50 ℃付近から少しずつ下げる実験を行った。ヘキサンの凝縮は 20 ℃で始まった。20 ℃におけるヘキサンの蒸気圧〔Pa〕を求めて，その数値を有効数字 2 桁で答えなさい。なお，液体のヘキサンに窒素は溶解しないこととする。

問8　実験の結果，$w_2 - w_1 = 0.96$ g であった。問7で求めた 20 ℃でのヘキサンの蒸気圧の値を考慮して，ヘキサンの分子量を求め，その数値を有効数字 2 桁で書きなさい。また，答えの導出過程も示しなさい。ただし，ここで求める分子量は実験で得られた各測定値から計算して求めた分子量であり，分子式から得られるものではない。計算にあたっては，20 ℃，1.00×10^5 Pa の空気 360 mL の質量を 0.430 g としなさい。なお，図 3 において液体のヘキサンの体積は無視でき，ヘキサンの気液平衡が成立しているものとする。

問9　次の（1）または（2）のように部分的に**＜実験の手順＞**どおりの操作を行わなかったとする。

(1)　手順（ⅳ）において，丸底フラスコ内にヘキサンの液体がほんのわずかに残っていたが，温度計の目盛りを読んで，手順（ⅴ）に進んだ。この操作以外はすべて**＜実験の手順＞**どおりに行った。

(2)　手順（ⅴ）において，水浴から丸底フラスコを引きあげたあと，丸底フラスコを氷水につけて十分に冷却し，ヘキサン蒸気が凝縮したことを確認後，まわりの水をふき取り，すぐにこの状態の全体の質量〔g〕を測定し，その値を w_2 として記録した。このとき丸底フラスコは室温よりも冷たく，内部の気体の温度も室温より低かった。この操作以外はすべて **＜実験の手順＞**どおりに行った。

(1)，(2)のそれぞれについて，**＜実験の手順＞**どおりに操作したときと比べて値が変化する可能性のあるものを①から⑤よりすべて選んで，解答欄の番号を○で囲みなさい。ただし，図3は，(1)においては手順（ⅴ）のとおり室温まで十分に放冷した状態を表しており，(2)においては氷水から丸底フラスコを引き上げてまわりの水をふき取ってすぐの状態を表していることとする。また，図3において，丸底フラスコ内に存在する液体のヘキサンの体積はその増減に関わらず無視することができ，丸底フラスコ内の気体の体積は常に 360 mL とする。

①　図3の全体の質量（w_2〔g〕）の値
②　図3のときのヘキサンの蒸気圧の値
③　図3の丸底フラスコ内に含まれる空気の質量の値
④　図3の丸底フラスコ内に含まれるヘキサンの質量の値
⑤　図3の丸底フラスコ内の酸素分圧の値

2 次の文章〔Ⅰ〕から〔Ⅲ〕を読み，問1から問10に答えなさい。

〔Ⅰ〕 炭素およびケイ素は 14 族に属する非金属元素である。同じ元素の単体であるが，互いに性質が異なる物質を［ア］という。炭素の単体には多くの［ア］があり，その一つであるダイヤモンドは［イ］を吸収しないために無色透明である。炭素の別の［ア］である［ウ］は，多数の炭素原子が正六角形型に平面状に敷き詰められた層が分子間力によって引き合い，積み重なった構造をとる黒色の固体である。［ウ］の層一枚のみからなる炭素の［ア］も存在し，これは［エ］と呼ばれる。さらに，炭素の［ア］には，C_{60}，C_{70} などの分子式をもつ球状分子もあり，これらは［オ］と呼ばれる。炭素原子およびケイ素原子はともに最外殻に［A］個の電子をもち，この電子を用いて水素原子やハロゲン原子との間に共有結合を形成する。

一方，同じ 14 族に属するが，金属元素に分類される元素としてスズおよび鉛がある。スズの合金の 1 つである［カ］は，融点が低いため金属の接合剤として用いられる。以前は［カ］として，スズとともに鉛を含む合金が用いられていたが，a) 最近では鉛を含まない合金が実用化され用いられるようになっている。鉛の化合物の中で，白色の硫酸塩や黒色の硫化物などは酸化数［B］の鉛を含んでいる。一方，赤色顔料の鉛丹の主成分となっている鉛の酸化物のように，酸化数［B］と［C］の2種類の鉛イオンを含む化合物も存在する。

問1　空欄［ア］から［カ］に入る最も適切な語句を書きなさい。

問2　空欄［A］から［C］に入る適切な数字を書きなさい。必要なら＋，－の符号を付けなさい。

問3　下線部 a)において，鉛を含まない合金が用いられるようになった理由を 15 文字以内で書きなさい。

問４　元素や原子に関する次の記述の中から正しいものをすべて選び，解答欄の記号を○で囲みなさい。

(a) すべての元素のすべての安定な同位体の原子は，必ず電子，陽子および中性子を含んでいる。

(b) 現在の周期表中では，元素は原子量が増加する順番に並んでいる。

(c) 族番号が 12 よりも小さい元素の中に，金属元素でない元素が存在する。

(d) 現在では，質量数 12 の炭素原子 ^{12}C が正確に 12 g あるとき，その中に含まれる ^{12}C の数と等しい数の集団のことを 1 mol と定義している。

(e) 第 2 周期で 1 族から 17 族に属する元素では，原子番号が大きくなるほど原子半径は増加する。

(f) 同じ電子配置をもつ単原子イオンである O^{2-}，F^{-}，Na^{+}，Mg^{2+}および Al^{3+}では，原子番号が大きくなるほどイオンの大きさは小さくなる。

〔Ⅱ〕　鉄のシュウ酸塩 $Fe_2(C_2O_4)_3 \cdot 6H_2O$ と b) ヘキサシアニド鉄(III)酸カリウムを水に溶かした溶液に白紙を浸した後，この白紙を取り出して暗所で乾燥させた。出来上がった紙（以後紙Ａと呼ぶ）に，図１のように星形の厚紙を載せ，その上から日光を10分間照射した。その間，紙Ａから二酸化炭素の発生が観測された。その後，紙Ａを水洗いして乾燥させたところ，星形の厚紙が載っていた部分は白色，星形の厚紙が載っていなかった部分は濃青色となり，星形が紙にくっきりと写し取られた。この星形の厚紙が載っていなかった部分に生じた濃青色の物質は，ターンブルブルーとよばれる，水に不溶性の化合物である。

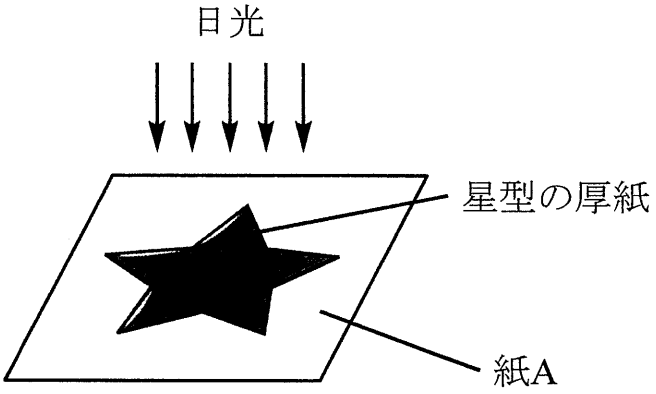


図1

問５　下線部 b)のヘキサシアニド鉄(III)酸カリウムの化学式を，配位子，配位数，カリウムの数などが明確に分かるように書きなさい。

問６　紙Ａの日光が当たった部分では，酸化還元反応が起こっている。この反応で，(1) 酸化された元素の酸化数の変化，および(2) 還元された元素の酸化数の変化を，それぞれ下の書き方の例にならって書きなさい。

〔例〕ClO^- から Cl^- が生じる反応での塩素の酸化数の変化の書き方：+1 → −1

〔Ⅲ〕 次の実験1から実験7はいずれも実験室で気体を発生させる実験，または発生した気体の反応の実験に関する記述である。

実験1　硫化鉄(II)に希硫酸を加えると，気体Xが発生した。

実験2　亜硫酸ナトリウム水溶液に希硫酸を加えると，気体Yが発生した。

実験3　塩化アンモニウム水溶液に水酸化カルシウムを加えて加熱すると，刺激臭のある気体Zが発生した。気体Zは湿った赤色のリトマス試験紙を青色に変色させた。

実験4　塩化アンモニウム5.35 gを水に溶かし，小過剰の亜硝酸ナトリウムを加えて加熱すると，窒素が発生した。

実験5　デンプン水溶液にヨウ素ヨウ化カリウム水溶液を加えて生じる青紫色溶液に，気体Xまたは気体Yを通したところ，いずれの場合も溶液の青紫色が消失した。

実験6　気体Xと気体Yを触媒存在下200～350 ℃で反応させると，硫黄と水が生成した。

実験7　窒素を金属マグネシウムと高温で反応させたところ，窒化マグネシウムが生成した。この化合物中のマグネシウムの酸化数は+2，窒素の酸化数は−3である。

問7　(1) 実験2，(2) 実験3および(3) 実験4で起こった化学反応のイオンを含まない化学反応式を，それぞれ解答欄(1)から(3)に書きなさい。

問８　実験 1，実験 2，実験 3 および実験 4 で発生した(1) 気体 X，(2) 気体 Y，(3) 気体 Z および(4) 窒素を大気中で捕集するのに最も適した方法を，それぞれ次の（A）から（C）の中から 1 つずつ選び，その記号をそれぞれ解答欄(1)から(4)に書きなさい。

（A）水上置換　　（B）下方置換　　（C）上方置換

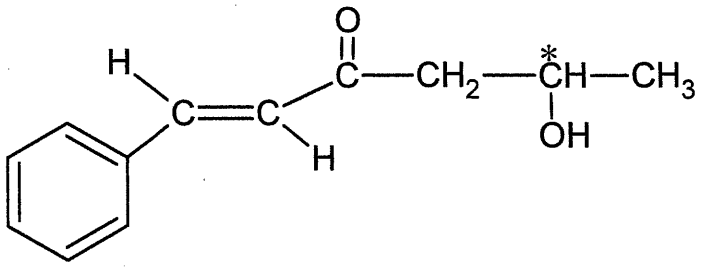
問９　(1) 実験 5 で，気体 Y を通したときに起こる反応のイオンを含まない化学反応式を書きなさい。

(2) 実験 6 の反応で，還元剤としてはたらいた物質の分子式を書きなさい。

問 10　実験 4 で塩化アンモニウムはすべて反応して窒素が生成した。生成した窒素をすべて使用して，過剰量の金属マグネシウムを用いて実験 7 を行ったところ，窒素はすべて消費された。生成した窒化マグネシウムの質量〔g〕を計算し，その数値を有効数字 3 桁で書きなさい。なお，実験 4 および実験 7 ではそれぞれ 1 つの化学反応のみが起こるものとする。

3　次の問１から問４に答えなさい。構造式や不斉炭素原子の表示（＊）を求められた場合には，（例）にならって書きなさい。なお，構造式を書くとき，不斉炭素原子に由来する立体異性体は区別しない。

（例）



問１　有機化合物の性質について，(1)から(4)に答えなさい。

(1)　C_5H_{12} の炭化水素の構造異性体の中で，分子間にはたらく力が最も弱く沸点の最も低い異性体はどれか。その異性体の構造式を書きなさい。

(2)　アルコールが同程度の分子量を持つ炭化水素に比べて沸点が高いのは分子間にどのような相互作用があるためか。その相互作用を表す最も適切な語句を書きなさい。

(3)　メタン，エチレン，アセチレンの中で最も不完全燃焼を起こしやすく，燃える時にすすが多く，炎がより赤くなるのはどれか。化合物の名称を書きなさい。

(4)　エタン，エチレン，アセチレンの中で過マンガン酸カリウム水溶液に加えても赤紫色が消えないのはどれか。化合物の名称を書きなさい。

問２　次の化合物 (A)から(E)の中で，下の条件 (1)から(5)のそれぞれに当てはまる化合物を選び，解答欄の該当する記号を○で囲みなさい。なお，それぞれの条件において解答は１つとは限らない。

(A) $CH_3CH{=}CHCH_2OH$　(B) $CH_3CH_2CH_2CHO$　(C) $CH_3CH_2COCH_3$
(D) $CH_2{=}CHCH(OH)CH_3$　(E) $CH_2{=}CHOCH_2CH_3$

(1)　臭素が付加してジブロモ化合物を与える。
(2)　ヨウ素および水酸化ナトリウム水溶液と反応させると黄色沈殿が生じる。
(3)　不斉炭素原子を持っている。
(4)　フェーリング液を加えて温めると赤色沈殿ができる。
(5)　シス－トランス異性体が存在する。

問３　次の記述の反応で生成する化合物 A から E の構造式を書きなさい。

(1)　メタンと大過剰の塩素の混合物に紫外線を照射すると無極性分子である化合物 A が得られる。

(2)　アセチレンに触媒の存在下で水を付加させると化合物 B が得られる。

(3)　加熱した濃硫酸にエタノールを加え 130～140 ℃に加熱すると分子間の反応により化合物 C が得られるが，同じ反応を 160～170 ℃で行うと分子内の反応により化合物 D が得られる。

(4)　濃硫酸存在下でグリセリンと硝酸を反応させると，火薬や狭心症治療薬に用いられる化合物 E が生成する。

問４　次の文章を読み，(1)から(4)に答えなさい。

炭素，水素，酸素のみから構成される有機化合物 X を水酸化ナトリウム水溶液と加熱したところ，完全に加水分解が進行して 3 種類の化合物が生成した。この 3 種類の化合物を含む水酸化ナトリウム水溶液にジエチルエーテルを加えてよく振り混ぜ，水層Ⅰとエーテル層Ⅰに分離した。エーテル層Ⅰからは化合物 A が得られた。水層Ⅰには常温常圧で二酸化炭素を十分吹き込み，次にジエチルエーテルを加えてよく振り混ぜ，水層Ⅱとエーテル層Ⅱに分離した。このエーテル層Ⅱには 3 種類の化合物のいずれも含まれていなかった。水層Ⅱに塩酸を加えて酸性とし，ジエチルエーテルを加えてよく振り混ぜ水層Ⅲとエーテル層Ⅲに分離した。エーテル層Ⅲのエーテルを蒸発させて除くと，2 種類の化合物の混合物が得られた。この混合物は濃硫酸を触媒としてメタノールと反応させると化合物 B, C の混合物へと変換された。化合物 B, C の混合物をジエチルエーテルに溶かし，水酸化ナトリウム水溶液を加えてよく振り混ぜ水層Ⅳとエーテル層Ⅳに分離した。エーテル層Ⅳから化合物 B が得られ，水層Ⅳに塩酸を加えて酸性とすることで化合物 C が得られた。

化合物 A, B, C についてそれぞれ分析を行い以下の (a) から (c) の結果が得られた。

(a) 化合物 A は分子式が $C_9H_{12}O$ のベンゼン一置換体で，A は金属ナトリウムと反応し水素を発生し，また A はヨードホルム反応を示した。

(b) 化合物 B は，分子式 $C_{10}H_{10}O_2$ のベンゼン一置換体であり，B を臭素と反応させると不斉炭素原子 1 個を有するジブロモ化合物 D が得られた。

(c) 化合物 C は塩化鉄 (Ⅲ) 水溶液との反応で紫色に呈色し，C を水酸化ナトリウムで加水分解したのち塩酸で酸性にするとサリチル酸が得られた。

(1) 化合物 A の構造式を書きなさい。不斉炭素原子がある場合には不斉炭素原子に＊印を付けなさい。

(2) 化合物 B，D の構造式を書きなさい。不斉炭素原子がある化合物には不斉炭素原子に＊印を付けなさい。

(3) 化合物 C の構造式を書きなさい。

(4) 化合物 X の構造式を書きなさい。不斉炭素原子がある場合には不斉炭素原子に＊印を付けなさい。

令和７年度（2025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６年11月２日

志願学部	試験時間	ページ数
工　学　部	16：00～17：00 （60分）	７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７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. 特に指示がない場合は，日本語で答えてください。
8. 日本語での字数の指定がある場合は句読点，数字，アルファベット，記号も１字として数えてください。
9. 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———

次の英文を読んで以下の設問に日本語で答えなさい．なお OpenAI, ChatGPT, ChatGPT-4, DALL-E2 などの社名や製品名などは，そのまま表記して良い．また，解答に字数の制限がある場合，句読点，数字，アルファベット，記号も 1 字として数えること．

Elon Musk and an array of public figures have signed their names to an open letter that *went viral recently, calling for a six-month pause on training language models more powerful than GPT-4, the technology underpinning ChatGPT.

*go viral：急速に広まる

Some strange inconsistencies with the *signatories aside, the letter is odd. It criticizes the *deployment of powerful chatbot technology as rash, but also over-*hypes their capabilities, drawing on the doom-*mongering about AI and killer robots that have *captivated the press and distracted from more *nuanced, real-world risks. "Should we develop nonhuman minds that might eventually outnumber, outsmart, *obsolete and replace us?" it asks dramatically (emphasis from the authors). "A)(　　)(ア)(　　)(　　)(イ)(　　)(ウ)(　　)?"

*signatory：署名者
*deployment：展開，配置
*hype：誇大宣伝，誇張
*mongering：行動を起こさせるように誘導する
*captivate：魅惑する
*nuanced：綿密な
*obsolete：時代遅れになる

Of course not, but there are issues we should be more worried about now, like the concentration of AI capabilities among a few increasingly secretive companies, inequality as artists find their work *plagiarized without compensation and all the risks to come from companies racing to plug ChatGPT into their systems.

*plagiarize：盗む

B)On that last point, the toothpaste is already out of the tube. OpenAI last month launched a new system that will allow businesses to plug ChatGPT into their *proprietary databases, allowing its chatbot to carry out tasks on their systems like retrieving information, making bookings and even running new software that it creates.

*proprietary：独自の

While the plugin announcement didn't get much attention in the mainstream press, many technologists saw it as a *stunning leap forward for ChatGPT. Not only could it search and synthetize information it had been trained on, it could take action.

*stunning：驚くべき

Think about that for a moment. Machine learning systems make decisions in an *inscrutable black box. OpenAI spent seven months testing GPT-4 before releasing it into to the wild, but its so-called red team engineers, who tested how it might be misused, could only cover a fraction of the ways it might be *exploited by millions of real-world users. However much OpenAI has *tested and prodded its system to make sure it is safe, no one really knows the full extent of its risks until it is deployed publicly. And those risks become more serious when ChatGPT can start doing things on the web.

*inscrutable：不可解な
*exploit：利用する
*test and prod：テストして製品化する

Taking C)such gambles is, of course, what made ChatGPT so popular. OpenAI made a bet by making ChatGPT public and the result was public *adulation and viral success for an AI team that's tiny compared with those that work for Big Tech firms.

*adulation：称賛

Now with these plugins OpenAI is making another gamble, giving ChatGPT even more capabilities and unleashing it to businesses. So far, 11 companies including Expedia Group Inc. and payments operator Klarna Bank SB have "plugged" ChatGPT into their servers as initial test cases.

Klarna's plugin, for instance, will turn ChatGPT into a shopping assistant that can make recommendations based on the millions of products that the Swedish company facilitates online payments for. The plugin isn't available yet but when it is, users will go to the ChatGPT web page and login, then click on the Klarna plugin to activate and "talk" to it.

D)Some of the new capabilities that OpenAI is offering businesses look *dicey. One, called "code interpreter," allows a business to get ChatGPT to write and even *execute code on its behalf. Software developers typically use a code interpreter to make sure the program they're writing works as intended, allowing them to test small *snippets. With the new plugin, ChatGPT can also write and test code, and that sounds potentially hazardous from a security perspective.

*dicey：危険な
*execute：実行する
*snippet：断片，部分

"I hope that there are enough guardrails in place," said Edo Liberty, the former head of Amazon AI Labs and current CEO of Pinecone, a startup that has a technical partnership with OpenAI on one of its new plugins, when I asked him about the risks of letting ChatGPT run code. "This is something that could theoretically be a vulnerability."

Marco Cardoso, a software engineer with Microsoft Corp. based in Sao Paulo Brazil, tested ChatGPT's new code-writing abilities and noted how remarkable it was that the system could "now make requests to any server on the Internet." But that also meant there was "nothing stopping" ChatGPT from accessing a network it wasn't supposed to. To prevent that, Cardoso put in his own guardrail, explicitly instructing the tool to only access one particular domain. But that puts extra responsibility on the users of ChatGPT, he noted. What's to stop it from making a request to an unknown server?

Ethan Mollick, a professor at Wharton who has experimented extensively with ChatGPT, tweeted that trying out its plugins put a spotlight on OpenAI's own research about the "unpredictable risks" of

connecting the tool to other systems.

E)OpenAI's *nimbleness as a small company has allowed it to move quickly to release remarkable new technology to the public, from DALL-E2 to ChatGPT to GPT-4, all within a year, achieving the kind of impact that much larger companies could only dream of. But the *flip side is that we're all *guinea pigs for utterly new and potentially *flawed technology.

In some ways, it doesn't really matter if OpenAI agrees to the open letter and pauses its development work for six months. With companies rushing to plug ChatGPT into their systems and test it out on the public, it may already be too late.

*nimbleness：機動性

*flip：反対側

*guinea pigs：モルモット

*flawed：欠陥のある

(From "Elon Musk Wants to Pause AI? It's Too Late for That: A petition on OpenAI's ChatGPT technology ignores the risk already unleased." BY PARMY OLSON, Bloomberg, 2023.) (Used with permission of Bloomberg L.P. Copyright © 2025. All rights reserved)

問１　下線部 A)が「私たちは我々の文明の制御を失うリスクを冒すべきでしょうか？」という意味になるように適切な文章を作成せよ．

A)(　　)(ア)(　　)(　　)(イ)(　　)(ウ)(　　)?

この際，下記の 8 つの語句を並び替えて文章を作成し，空欄(ア)(イ)(ウ)に入る語句を番号で答えなさい．ただし，同じ選択肢を複数回用いないこと．なお，文頭の空欄に入る語も全て小文字で表記してある．

① loss　② we　③ of control　④ of　⑤ should　⑥ civilization　⑦ our　⑧ risk

問２　下線部 B)はどのようなことを意味しているか，"that last point"が何を指しているかを明確にした上で，本文に即して日本語で説明しなさい．

問３　下線部 C)は何を指しているか，本文に即して日本語で説明しなさい．

問４　下線部 D)において，著者は ChatGPT に導入された新機能のひとつである「code interpreter (CI)」の危険性を指摘している．CI が及ぼす危険性の具体的な例について，本文に即して 100 字以内の日本語で説明しなさい．なお，「code interpreter」を解答文に記載する場合は，アルファベット 2 文字 $\boxed{\text{CI}}$ と表記すること．

問５　下線部 E)を和訳しなさい．

問６　本文に述べられているように，AI 技術の進展は我々に大きなメリットを提供している一方で，リスクを伴う可能性がある．我々は AI 技術をどのように利用すべきかについて，工学分野における具体例をあげながら，あなたの考えを日本語 300 字以内で述べなさい．なお，具体例は，既存技術のみならず未来の技術開発の可能性でも良い．ただし，対象とした AI 技術に懸念されるリスクについての考察を含めること．

令和７年度（2025 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. 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 4 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. 特に指示がない場合は，日本語で答えてください。
8. 日本語での字数の指定がある場合は句読点，数字，アルファベット，記号も 1 字として数えてください。
9. 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。

ーーーこのページは白紙ーーー

次のアメリカ航空宇宙局（NASA）が取り組んでいるボイジャーミッション（Voyager mission）に関する英文を読んで以下の設問に答えなさい．特別な指示がない場合は日本語で答えなさい．ただしNASA，Voyager，Voyager missionおよびGolden Recordなどの固有名詞はそのまま表記すること．なお解答に字数の制限がある場合，句読点，数字，アルファベット，記号も１字として数えること．

著作権の都合上、この部分はご覧頂けません。

著作権の都合上、この部分はご覧頂けません。

著作権の都合上、この部分はご覧頂けません。

問１　下線部 A)および下線部 B)を和訳しなさい．

問２　下線部 C)の問いに対する回答として，筆者はどのように考えているのか，本文に即して 120 字程度の日本語で答えなさい．

問３　下線部 D)を説明しなさい．また，それによってどのような効果が得られるのかについても説明しなさい．なおそれぞれ本文の内容に即して日本語で答えること．

問４　下線部 E)が「探査機が調査を完了するまでに時間がかかるため，ミッションに携わる NASA の科学者がプロジェクトに長い時間を投じる必要があった」という意味になるように，①から⑧の語句を適切な順序に並び替えて括弧内に入れ，(ア)(イ)(ウ)に入る語句の番号を答えなさい．ただし，同じ語句を２回以上用いてはならない．なお文頭の空欄(ア)に入る語句もすべて小文字で表記してある．

① complete　② for　③ it　④ the probes　⑤ the time
⑥ their investigations　⑦ to　⑧ took

E)(ア)(　　)(　　)(　　)(イ)(　　)(　　)(ウ) required that the NASA scientists involved with the mission make a long-term investment in the project.

問５　文中に示されたように，NASA 惑星科学部門では，太陽系の探査が flyby (天体への接近通過)，orbit (周回)，land (着陸)，rove (探査車による調査)および return samples (サンプル回収)の５つのパラダイムで計画されている．その中の一つを選び，それを実現するための本文以外の工学技術を一つあげ，その重要性についてあなたの考えを 300 字以内の日本語で述べなさい．

令和７年度
ＡＯ入試問題集
（農学部）

公表期限：2028 年 3 月末

東北大学アドミッション機構

令和７年度（2025 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６年 11 月２日

志願学部	試験時間	ページ数
農　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。

A246

———このページは白紙———

$\boxed{1}$ 以下の問いに答えよ。

(1) 曲線 $C : y = x^3 - 3x^2$ を考える。

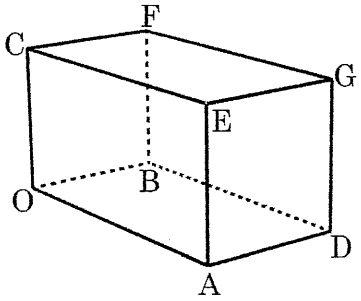
(ア) C 上の点 $\mathrm{A}(t, t^3 - 3t^2)$ における接線の方程式を t を用いて表せ。

(イ) a を実数とし，$a \neq 1$ とする。点 $\mathrm{P}(a, -3a+1)$ から C に引いた接線の本数は，ちょうど 2 本であることを示せ。

(2) x についての不等式 $|2x-1| \leqq mx + m - 1$ が実数解をもつように，正の定数 m の値の範囲を定めよ。

A246

2 右図のように，OA = 2，OB = OC = 1 の直方体 OADB−CEGF がある。線分 EF の中点を M，線分 OM と線分 CD の交点を P，頂点 C から平面 OFM に下ろした垂線と OFM との交点を H とする。$\overrightarrow{OA} = \vec{a}$，$\overrightarrow{OB} = \vec{b}$，$\overrightarrow{OC} = \vec{c}$ とおく。以下の問いに答えよ。



(1) $\overrightarrow{OP}$ を $\vec{a}$，$\vec{b}$，$\vec{c}$ を用いて表せ。 また，OP : PM を求めよ。

(2) $\overrightarrow{OH}$ を $\vec{a}$，$\vec{b}$，$\vec{c}$ を用いて表せ。また，点 H は平面 OFM 上のどのような位置にあるか。

(3) 三角形 OFM の面積 S を求めよ。

(4) 三角錐 OCFP の体積 V を求めよ。

A246

$\boxed{3}$ 以下の問いに答えよ。

(1) 円 $x^2+y^2=4$ と曲線 $y=\dfrac{1}{x}$ の共有点の座標を求めよ。

(2) 次の連立不等式の表す領域 D を座標平面上に図示せよ。

$$\begin{cases} xy \geqq 1 \\ x^2+y^2 \leqq 4 \end{cases}$$

(3) (2) で求めた領域 D の面積 S を求めよ。

A246

令和７年度（2025 年度）東北大学

ＡＯ入試（総合型選抜）Ⅱ期

筆記試験②　封筒

令和６年 11 月２日

志願学部	試験時間	問題冊子数
農　学　部	13：00～15：00 （120 分）	３冊

注　意　事　項

1. **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。**
2. この封筒には，「問題冊子」３冊，「解答用紙」３種類，「メモ用紙」２枚が入っています。
3. 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

4. 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。
5. 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。
6. 「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。**
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」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。

B6

令和７年度（2025 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６年 11 月２日

志願学部	試験時間	ページ数
農　学　部	13：00～15：00 （120 分）	12 ページ

B2456

1 図１のように，長さ $2L$ の細い円筒内に，ばね定数 k，自然長 $2L$ のばねを入れ，ばねの一端を円筒の左端に固定し，他端に質量 m の小物体Ａを取り付けた。小物体Ａは円筒のなめらかな内面に接しながら運動することができ，円筒は変形することなく，小物体Ａの運動とばねの縮みを円筒に沿った方向に限定する役割をもつ。また，円筒は密閉されておらず，気体の圧力による力は考えなくてよい。小物体Ａの大きさや円筒の太さ，円筒やばねの質量，摩擦や空気抵抗は無視できるものとし，重力加速度の大きさを g とする。小物体Ａの運動は，ばねが完全に縮む場合はその直前までを考える。

以下の問１～３に答えよ。解答は解答用紙の所定の場所に記入せよ。また，結果だけでなく，考え方や計算の過程も示せ。

問１　図２のように，小物体Ａとばねが入った円筒を，ばねの固定された面を下にして水平面に垂直に置くと，小物体Ａはばねが L だけ縮んだ位置で静止した。

(a) ばね定数 k を，m，g，L を用いて表せ。

(b) 小物体Ａを，外力を加えてばねの自然長の位置まで静かに持ち上げる。このときの外力のした仕事 W を，m，g，L を用いて表せ。

(c) ばねの自然長の位置から小物体Ａを静かにはなすと，小物体は動き始めてばねが自然長から L だけ縮んだ位置を通過した。このときの小物体Ａの速さ v を，m，g，L の中から必要なものを用いて表せ。

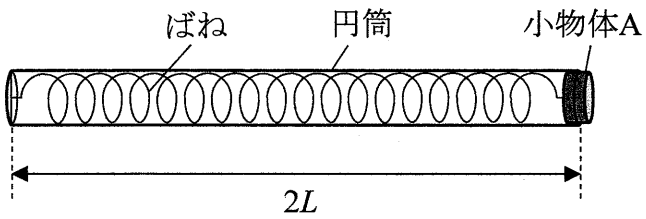


図１

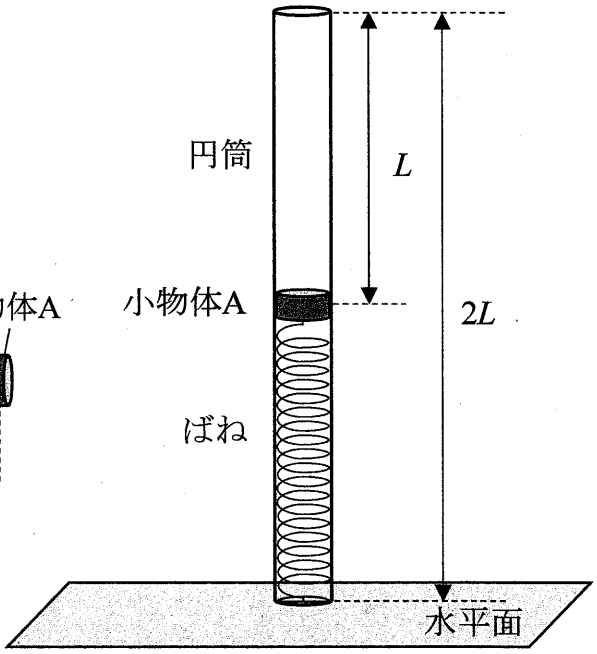


図２

問２　次に，図３のように，鉛直面に水平面からの高さが $2L$ の位置に細い軸を取り付け，その軸に円筒の上端を取り付けて，小物体Ａをばねの縮みが L の位置に静止させた。円筒の下端は水平面からわずかに離れており，円筒は小物体Ａとともに軸を中心に鉛直面に沿ってなめらかに回転できる。軸の位置を原点Ｏとして，水平に右向きを正として x 軸を，鉛直に上向きを正として y 軸をとる。力積および力の x 成分，y 成分の正の向きはそれぞれ x 軸，y 軸の正の向きとする。

その後，質量 M の小物体Ｂを，水平面上で x 軸の正の向きに速さ V で円筒の下端に衝突させた。衝突後，小物体Ｂは静止した。衝突において小物体Ｂが円筒に接していた時間は，その時間内での円筒の動きが無視できるほど短く，その微小な時間を Δt とする。

(a) 衝突で小物体Ｂが受けた力積の x 成分 I および平均の力の x 成分 $\overline{F}$ を，それぞれ M，V，Δt の中から必要なものを用いて表せ。

(b) 衝突で小物体Ａが受けた平均の力の x 成分 $\overline{f}$ を，M, V, Δt を用いて表せ。

(c) 衝突直後の小物体Ａの速さ v' を，M，m，V を用いて表せ。

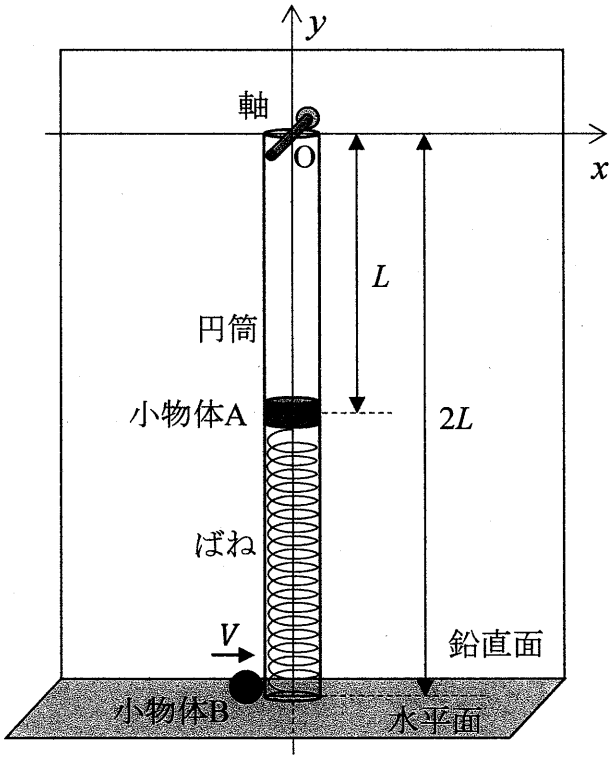


図３

B2456

問３　問２の小物体 B の衝突の後，静止した小物体 B を取り除いた。その後，図４のように小物体 A は初速度 v' で円筒とともに，y 座標が $y=-L$ の直線上を運動し始めた。

(a) 小物体 A の x 座標が x_A のときに，小物体 A にはたらく力の x 成分 F_x および y 成分 F_y を，それぞれ x_A，m，k，L の中から必要なものを用いて表せ。

(b) 時間が経過すると，円筒の振れは最大となり，一瞬静止して戻り始めた。円筒が振れ始めてから最初に振れが最大になるまでに要した時間 t および振れが最大となったときの小物体 A の x 座標 X を，それぞれ m，k，v'，L の中から必要なものを用いて表せ。

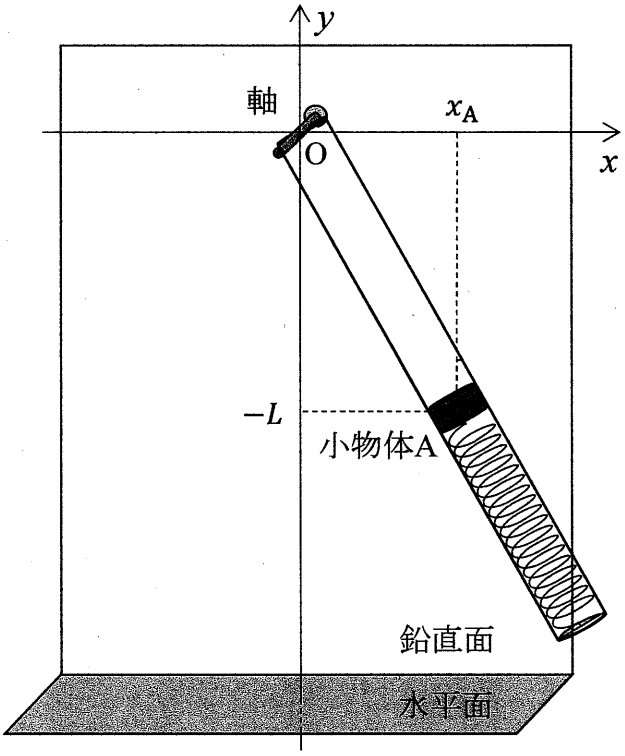


図４

B2456

2 水面を伝わる波は，媒質となる水の水深により波の速さが異なる。水深の異なる領域Ⅰから領域Ⅱに入射する水面を伝わる波について考える。領域Ⅰと領域Ⅱの静水における波の速さはそれぞれV_1，V_2 ($V_2 < V_1$)である。なお，２つの領域の境界面は平面で，境界面で反射する波は考えない。

以下の問１～３に答えよ。解答は解答用紙の所定の場所に記入せよ。また，結果だけでなく，考え方や計算の過程も示せ。

問１　図１のように，領域Ⅰにおける波長がλ_1の平面波が，領域Ⅰから入射角θ_1で境界面に入射し，屈折角θ_2で屈折して領域Ⅱに進行した。領域Ⅰから領域Ⅱに進行する波の進む向きを示す線（射線）を矢印のついた破線で示し，領域Ⅰでの波面の一部を実線で示している。媒質となる水の流れはなく，そのときの水面を伝わる波の領域Ⅰに対する領域Ⅱの屈折率（相対屈折率）nを

$$n = \frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2}$$

と定義する。

(a) 波面①，波面②，波面③の領域Ⅱにおける様子を解答用紙の図に描き入れ，特徴的な角度を記入せよ。

(b) 描いた図から，領域Ⅱの波長λ_2を，λ_1，nを用いて表せ。

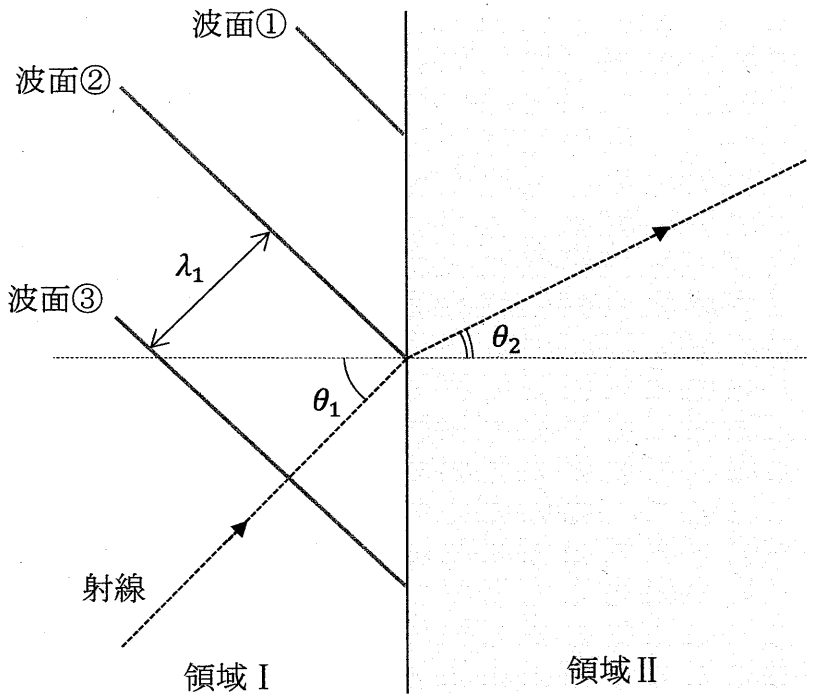


図１

B2456

問２　問１と同じ領域Ｉと領域IIがあり，図２のように，領域の境界に２つのスリットS_1, S_2のある厚さの無視できるうすい壁を置き，領域II内でスリットからLだけ離れた位置に境界と平行にもう１つの壁Ｗを置いた。２つのスリットの間隔はDで，その二等分線（中心軸）と壁Ｗとの交点を原点Ｏとして壁Ｗに沿ってx軸を，中心軸に沿ってy軸をとる。x軸の正の向きはS_2からS_1の向き，y軸の正の向きはスリットのある壁から壁Ｗの向きとする。２つの領域，２つの壁は，x軸に沿った方向には十分な広がりがある。壁Ｗ上のx座標がXにある点をＰとする。水面を伝わる波の領域Ｉに対する領域IIの屈折率はnである。

領域Ｉからスリットに向かって波長λ_1の平面波を中心軸に平行に入射すると，領域IIで２つのスリットから生じた円形波が干渉した。

(a)　スリットS_1，S_2から生じた波が，点Ｐにおいて同位相で重なり強め合った。そのときの条件式を，D, L, X, λ_1, nおよび整数m $(m = 0, \pm1, \pm2, \pm3, \cdots)$を用いて表せ。

(b)　問２(a)の条件式を満たす点の数は有限である。$D = 4\lambda_1$，$n = 1.4$のときの強め合う点の数を，数値で答えよ。

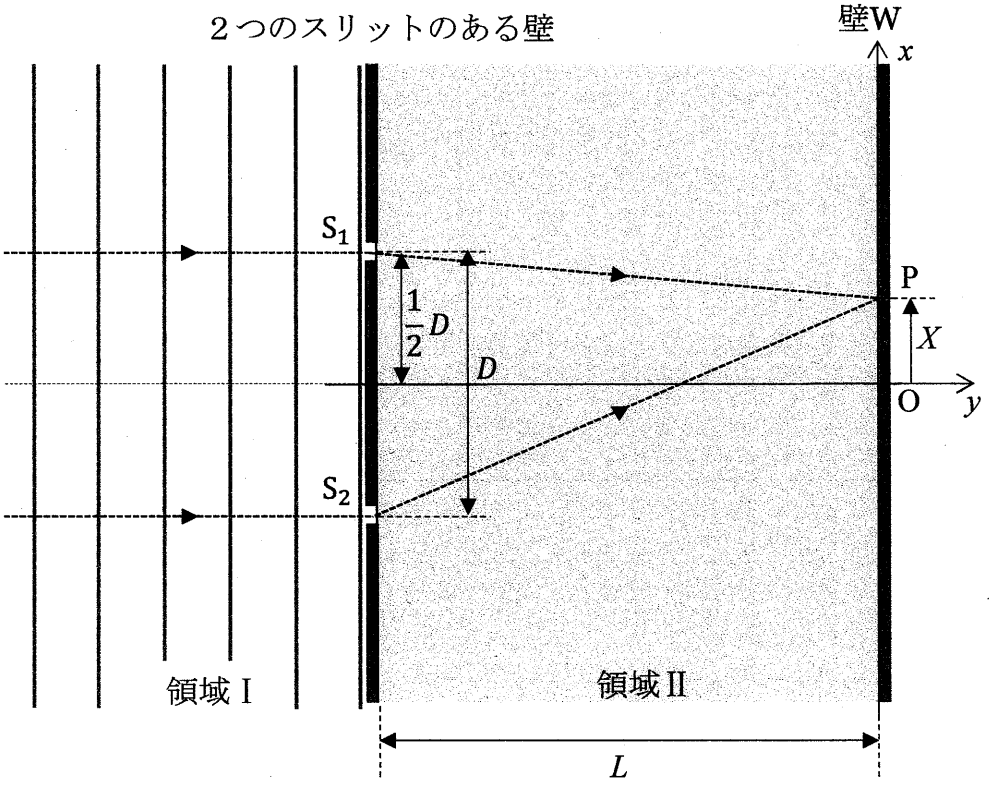


図２

B2456

問３　図３のように，問２において，領域Ⅱの媒質の水を一様に x 軸の正の向きに速さ v で流した。スリット付近における水の流れの乱れは無視できる。なお，領域Ⅱの静水における波の速さは V_2，波長は λ_2 であり，S_1 と O の間の距離を ℓ とする。

(a) S_1 から O に向かって生じた水面波は，水の流れによって壁 W 上の点 P′ に到達した。S_1 から O に向かって生じた水面波の進む速度の y 成分の大きさ V_y および点 P′ の x 座標 X' を，それぞれ V_2，v，L，ℓ の中から必要なものを用いて表せ。

(b) S_1 から生じて点 P′ に到達した水面波と，S_2 から生じて点 P′ に到達した水面波の重なりの様子を表すものとして最も適切なものを，次の(あ)～(え)の中から１つ選び記号で答えよ。また，選んだ理由を簡潔に説明せよ。

（あ）流れがないときの点 O と同じように波が同位相で重なり強め合う。

（い）流れがないときの点 O と同じように波が逆位相で重なり弱め合う。

（う）波の位相差が時間とともに変化するため「うなり」が生じる。

（え）流れがないときの点 P′ と同じ位相差で重なり，v によって重なり方の様子は変わる。

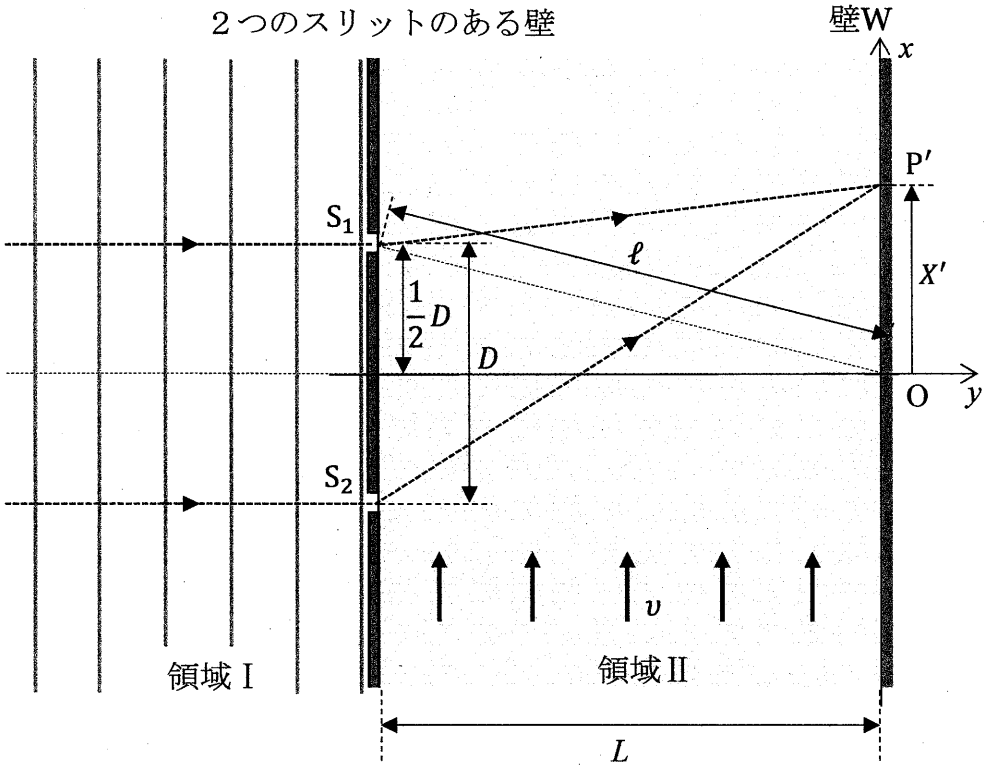


図３

B2456

3 導体棒に電流を流す場合について考える。導体棒は抵抗率 ρ の一様な材質でできており，導体内のキャリア（電流の担い手）は電気量 $-e$ の自由電子で，単位体積あたりの数は n である。導体棒の両端に電圧を加えると，自由電子は導体棒内の電場（電界）から力を受け，加速されて進む。自由電子は導体棒内の金属イオン等との衝突により速さに比例する抵抗力を受け，やがて電場から受ける力と抵抗力とがつり合って，一定の速さで移動するようになる。この抵抗力の大きさは自由電子の速さ v に比例し，kv（k は正の比例定数）で表されるものとする。

以下の問１～３に答えよ。解答は解答用紙の所定の場所に記入せよ。また，結果だけでなく，考え方や計算の過程も示せ。

問１　図１のように，長さ L，縦幅 D，奥行き W の直方体の導体棒の両端の点 a と点 b の間に電圧 V を加えると，自由電子は一定の速さ v で移動し，大きさ I の電流が流れた。導体棒に沿って右向きを正として x 軸を，奥行き方向を正として y 軸を，上方向を正として z 軸を取り，導体棒の左端手前下を原点 O とする。

(a) この導体棒の両端 ab 間の抵抗値 R を，ρ，L，D，W を用いて表せ。

(b) 導体棒内の電場は一様であるので，電場の強さは $\dfrac{V}{L}$ となる。また，電流の大きさは，単位時間あたりに導体棒の断面を通過する電気量の大きさであるので，$I = envDW$ と表される。これらのことを用いて，比例定数 k を，ρ，e，n を用いて表せ。

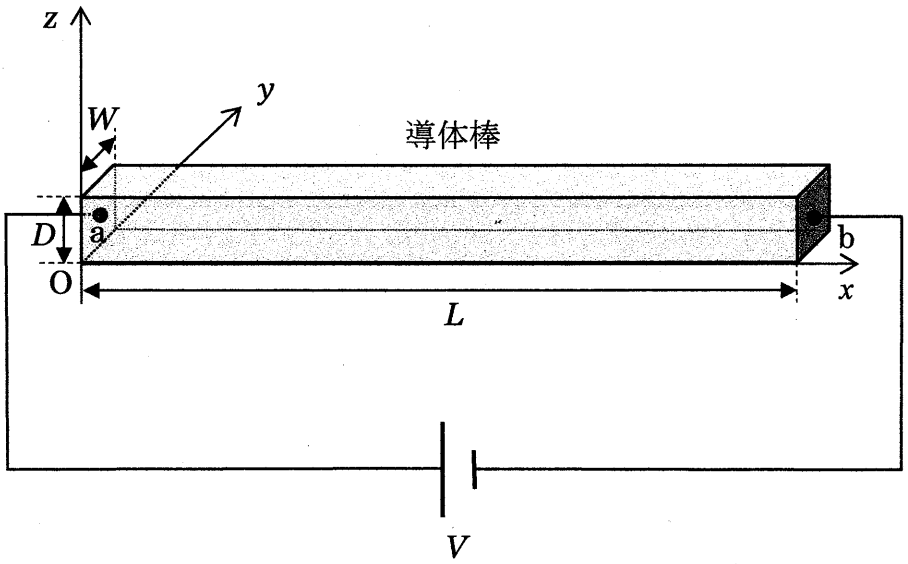


図１

問２　次に，図２のように，図１の電流が流れている導体棒に，y 軸の正の向きに磁束密度 B の一様な磁場（磁界）を加えた。導体棒内を移動する自由電子は，磁場からローレンツ力を受けることで自由電子の分布に偏りが生じる。この偏りによって導体棒内に z 軸に平行な向きに電場が生じ，導体棒の下面と上面の間に電圧が生じた（ホール効果）。この z 軸に平行な向きに生じた電場から自由電子が受ける力と，磁場によるローレンツ力がつり合うことで，自由電子は磁場を加える前と変わらず x 軸に平行な向きに速さ v で移動し，導体棒には大きさ I の電流が流れた。同じ x 座標にある導体棒の上面の点 p と下面の点 q の間の電圧の大きさを測定すると V_z であった。

(a) 自由電子が受けるローレンツ力の大きさ f を，e，v，B を用いて表し，この力の z 成分の向きを，正，負どちらかで答えよ。

(b) 点 p と点 q で電位の高い方を，p，q のどちらかで答え，また，単位体積あたりの自由電子の数 n を，e，ρ，L，D，V，B，V_z を用いて表せ。

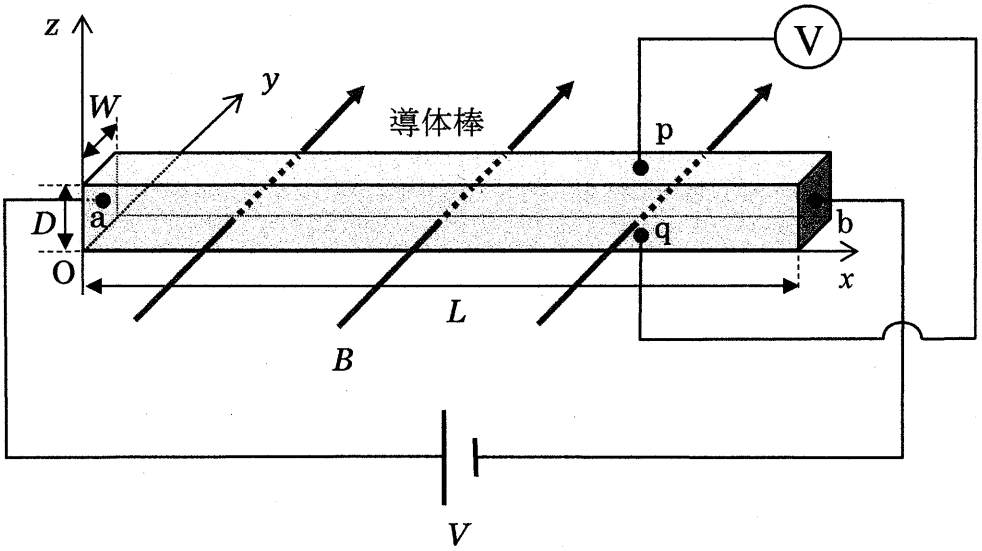


図２

B2456

500

問３　さらに，図３のように，導体棒を問１，２と同じ材質で，長さL，奥行きW，z軸方向の幅がDからD' $(L > D' > D)$にx座標とともに一定の割合で増加しているものに変えた。導体棒の両端ab間に電圧Vを加えると，導体棒には大きさI'の電流が流れた。その後，y軸の正の向きに磁束密度Bの一様な磁場を加え，x座標がともにXの位置にある導体棒の上面の点p′と下面の点q′の間の電圧を測定した。

(a) x座標がXの位置における自由電子の速さv_Xを，I'，e，n，L，D，D'，W，Xを用いて表せ。

(b) x座標がXの位置における点p′と点q′の間の電圧の大きさV_Xを，I'，e，n，B，L，D，D'，W，Xの中から必要なものを用いて表せ。

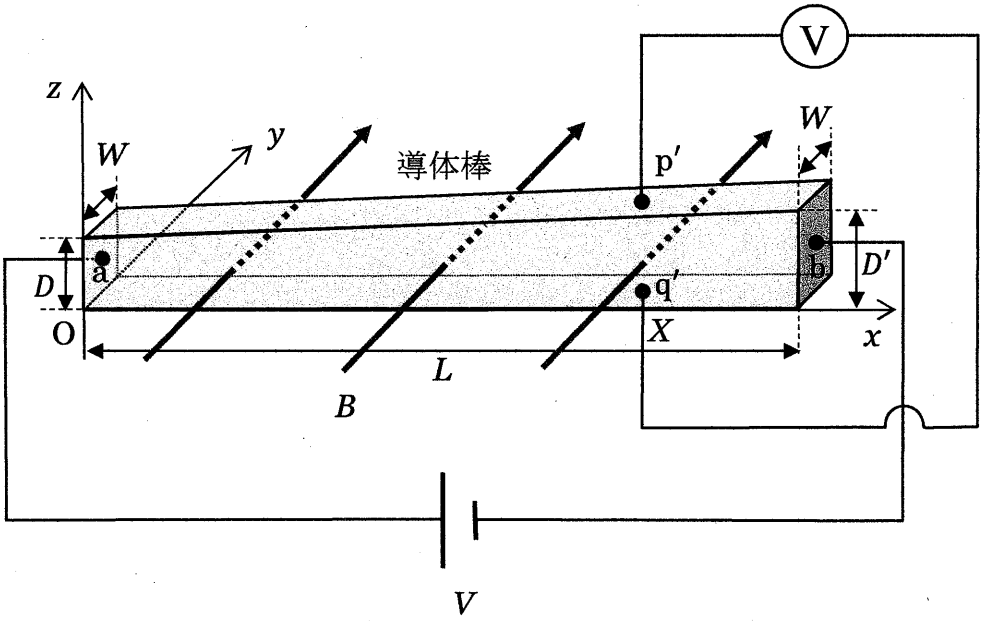


図３

B2456

令和７年度（2025 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６年 11 月２日

志願学部	試 験 時 間	ページ数
農　　学　　部	13：00～15：00 （120 分）	11 ページ

B2346

必要があれば次の数値を用いなさい。

気体定数： 8.3×10^{3} Pa·L/(mol·K)　　絶対零度：　−273 ℃

アボガドロ定数： 6.0×10^{23} /mol

原子量：　H = 1.0　N = 14.0　Mg = 24.3　Cl = 35.5

1　次の文章〔Ⅰ〕と〔Ⅱ〕を読み，問1から問9に答えなさい。

〔Ⅰ〕　イオン化エネルギーを同族元素で比較すると，一般に原子番号が大きいものほどイオン化エネルギーが小さい。たとえば，アルカリ金属元素の場合は Li ＞ Na ＞ K ＞ Rb ＞ Cs であり，この中で最も陽イオンになりやすく，その単体の反応性が高い元素は［ア］である。また，同周期の元素で比較すると最もイオン化エネルギーが大きいのは［イ］元素である。［イ］元素の原子の価電子は［ウ］個であり，きわめて安定で化合物を作りにくい。イオン化エネルギーは原子の陽性の強さを知る上で重要な指標であるが，a) 水溶液中における金属の反応性についてはイオン化エネルギーの値だけから推測することはできない。一方，電子親和力は，その値が大きい原子ほど電子を受け取って安定化しやすく，17 族元素で大きな値となっている。

イオン化エネルギーと電子親和力という２つのエネルギーは，原子と電子の親和性に関わるものであり，その大きさは個々の原子で異なっている。このことは，原子どうしの共有結合において，結合に関与する電子を引き付ける強さが原子によって異なるということを示唆している。原子が共有電子対を引き付ける強さの尺度としては電気陰性度があり，その数値化が試みられてきた。その１つにポーリングの電気陰性度がある。ポーリングは，同じ原子Ａどうしの結合（Ａ－Ａ）の結合エネルギーと原子Ｂどうしの結合（Ｂ－Ｂ）の結合エネルギーの平均に比べて，異なる原子ＡとＢの間の結合（Ａ－Ｂ）の結合エネルギーがいつも大きいことに気がついた（式ｉ）。ここで，D_{XY} は原子Ｘと原子Ｙの結合エネルギーを表している(＊注1)。

$$D_{AB} - \frac{1}{2}(D_{AA}+D_{BB}) > 0 \quad (＊注2) \cdots \boxed{式i}$$

この現象の理由として，ポーリングは b) 原子ＡとＢが共有結合したとき，共有電子対の偏りによって結合に極性が生じ，ある割合でイオン結合性を含むようになり，そ

の分結合エネルギーが大きくなるためであると考えた。そこで，原子が共有電子対を引きつける強さを電気陰性度としてχで表し，2つの原子の電気陰性度の差の絶対値$|\chi_A-\chi_B|$が$\sqrt{D_{AB}-\frac{1}{2}(D_{AA}+D_{BB})}$に比例するとして，式ⅱのように定義した。ただし，$k$は定数である。

$$|\chi_A-\chi_B| = k\times\sqrt{D_{AB}-\frac{1}{2}(D_{AA}+D_{BB})} \quad \cdots \text{式ⅱ}$$

（＊注1）Dは正しくは結合解離エネルギーを表すが，ここでは簡単に結合エネルギーとする。
（＊注2）D_{AA}とD_{BB}の相乗平均をとる式と相加平均をとる式が存在するが，ここでは相加平均をとる式を用いた。

問1　空欄［ア］にあてはまる元素の名称，空欄［イ］にあてはまる周期表の族の名称をそれぞれ書きなさい。また，空欄［ウ］にあてはまる数字を0から8より1つ選んで，解答欄の数字を○で囲みなさい。

問2　下線部a)について，次の(1)と(2)に答えなさい。

(1)　単体の金属（固体）が水溶液中で電子を放出して陽イオンになろうとする性質のことを金属の［エ］という。空欄［エ］にあてはまる語句を6文字で書きなさい。

(2)　(1)で述べた金属の性質の強さは標準電極電位として定量的に表すことができ，その強さをLi，Na，Kで比較するとLi＞K＞Naの順となる。この順番はイオン化エネルギーから推定される陽イオンになりやすい順番とは異なっている。その理由を考えるために，LiとKを例として，水溶液中において金属単体が電子を失って陽イオンになる反応（下枠内）におけるエンタルピー変化ΔHの大きさを比較したい。ヘスの法則を利用してQ_1やQ_2の値を計算で求めるために必要なものを①から⑥よりすべて選んで，解答欄の番号を○で囲みなさい。なお，下枠内のaqは溶媒の水を表し，化学式のあとにaqをつけたものは水に溶解していることを表す。

Li（固）	＋ aq	→	Li^+aq	＋ e^-	$\Delta H = Q_1$〔kJ〕
K（固）	＋ aq	→	K^+aq	＋ e^-	$\Delta H = Q_2$〔kJ〕

① Li (気) および K (気) のイオン化エネルギー

② Li (気) および K (気) の電子親和力

③ Li (固) および K (固) の融解エンタルピー

④ Li (固) および K (固) の昇華エンタルピー

⑤ Li^+ (気) および K^+ (気) の水和エンタルピー (＊注3)

⑥ LiCl (固) および KCl (固) の溶解エンタルピー

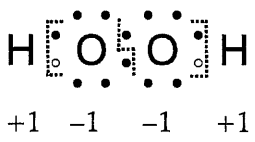
(＊注3) 気体状態のイオン 1 mol が水和するときのエンタルピー変化を水和エンタルピーという。

問3　式ii を用いた場合の臭素 Br の電気陰性度を求め，小数第 2 位を四捨五入して，小数第 1 位まで書きなさい。ただし，H–H，Br–Br，H–Br の結合エネルギーの値をそれぞれ 436 kJ/mol，188 kJ/mol，364 kJ/mol とし，定数 $k = 1.0\times10^{-1}(\mathrm{kJ/mol})^{-1/2}$ とする。また，水素原子の電気陰性度を 2.2 とする。必要であれば，次の数値を用いなさい。

$\sqrt{2} = 1.41$　$\sqrt{3} = 1.73$　$\sqrt{5} = 2.24$　$\sqrt{7} = 2.65$　$\sqrt{11} = 3.32$　$\sqrt{13} = 3.61$　$\sqrt{17} = 4.12$

問4　共有結合を含む分子や多原子イオンにおいて原子の酸化数を決定するには，電気陰性度をもとに結合に関与する電子がどちらの原子に所有されているかを考える。異なる原子どうしの共有結合では，共有電子対は電気陰性度の大きい原子の方に完全に所有されているものとし，また，同じ元素の原子どうしの共有結合の場合は電子対をつくる電子を均等に分けてそれぞれの原子に割り振る。そのようにして，その分子やイオン中の原子が所有する最外殻電子の数を結合前と後で比較し，その差を酸化数とする。例として過酸化水素 H_2O_2 の場合を右に示す。符号付きの数字が酸化数である。

例)



次に示す **a** から **c** の炭素原子の酸化数をそれぞれ符号をつけて書きなさい。なお，電気陰性度は次のとおりとする。　水素 H：2.2　炭素 C：2.6　酸素 O：3.4

$\underset{\mathbf{a}}{\underline{C}}H_3\text{-}\underset{\mathbf{b}}{\underline{C}}H_2\text{-}OH$　　$CH_3\text{-}\underset{\mathbf{c}}{\underline{C}}HO$

問５　下線部 b)について次の文を読み，(1)と(2)に答えなさい。

結合の極性の大きさは，電気双極子モーメントの測定値が目安となる。等しい大きさの正電荷$+q$〔C〕と負電荷$-q$〔C〕がある距離だけ離れて存在するものを電気双極子といい，その距離をr〔m〕とすると電気双極子モーメントμ〔C·m〕は$\mu = qr$で表される。

原子ＡとＢからなる分子ＡＢの電気双極子モーメントの実測値がμ_1〔C·m〕であったとする。また，原子Ａと原子Ｂが電子１個をやり取りして，分子ＡＢと同じ結合距離r〔m〕で純粋なイオン結合をつくっていると仮定したときの電気双極子モーメントμ_0〔C·m〕は，電子と陽子の電気素量をそれぞれ$-q_0$（-1.60×10^{-19} C），$+q_0$（$+1.60\times10^{-19}$ C）として次のように計算できる。

$$\mu_0 = q_0 r$$

μ_1/μ_0は分子ＡＢに含まれるイオン結合性の割合を表しており，たとえば，$\mu_1/\mu_0 = 0.30$のとき，イオン結合性は30 %であるという。

(1)　HCl の電気双極子モーメントを測定すると3.70×10^{-30} C·m であった。また，HCl 分子において，水素原子と塩素原子の間の結合距離は同じであるが両者が完全にイオン結合で結びついていると仮定したときの電気双極子モーメント〔C·m〕を計算すると2.03×10^{-29} C·m であった。HCl 分子に含まれるイオン結合性は何％であるか。有効数字２桁でその数値を書きなさい。

(2)　電気双極子モーメントには方向がある。極性がある結合はその１つである。分子内に電気双極子モーメントが複数あり，異なる方向の電気双極子モーメントどうしが打ち消しあい，分子全体として無極性となる分子のうち，３原子分子の例を１つあげ，その分子式を書きなさい。

〔Ⅱ〕　実験書に掲載されていた『気体の分子量の測定』の**<実験の手順>**に従い，ヘキサン(沸点 68.7 ℃)の分子量を求める実験を行い，実験で得られた分子量の値と分子式 C_6H_{14} から得られる分子量 86.0 という値を比較することで，その方法の妥当性を検討することにした。実験はすべて大気中で行い，大気圧は 1.00×10^5 Pa であった。断りがない限り，丸底フラスコ内の気体の温度は，水浴に浸けているときは水浴の温度に等しく，水浴に浸けていないときは室温に等しいとする。なお，水浴には加熱装置がついており，80 ℃以上の一定温度に保たれ，室温は 20.0 ℃であった。また，丸底フラスコの容積は 360 mL であり，温度による容積変化は無視してよく，実験を通して容積は一定であるとする。気体はすべて理想気体としてふるまうものとする。

<実験の手順>

(ⅰ)　乾いた空の丸底フラスコにアルミニウム箔と輪ゴムを載せたもの(図 1)を準備して，その全体（丸底フラスコ，アルミニウム箔および輪ゴム）の質量〔g〕を測定し，w_1 として記録した。

(ⅱ)　丸底フラスコに約 [オ] mL のヘキサンを入れ，アルミニウム箔で丸底フラスコの口を覆い，輪ゴムでとめ，アルミニウム箔には針で小さな穴をあけた。

(ⅲ)　(ⅱ)の丸底フラスコを一定温度に保った水浴に深く沈めて固定し，加熱した(図 2)。

(ⅳ)　丸底フラスコ内のヘキサン（液体）が全部蒸発したのち，2,3 分そのまま放置して水浴に浸けた温度計の値が一定になっていることを確認してから目盛りを読んだところ，87.0 ℃であった。

(ⅴ)　丸底フラスコを水浴から取り出し，外側についている水をふき取り，室温まで十分に放冷したところ，ヘキサンの凝縮が観察された(図 3)。この状態の全体（アルミニウム箔および輪ゴムをつけたままの丸底フラスコ）の質量〔g〕を測定し，w_2 として記録した。

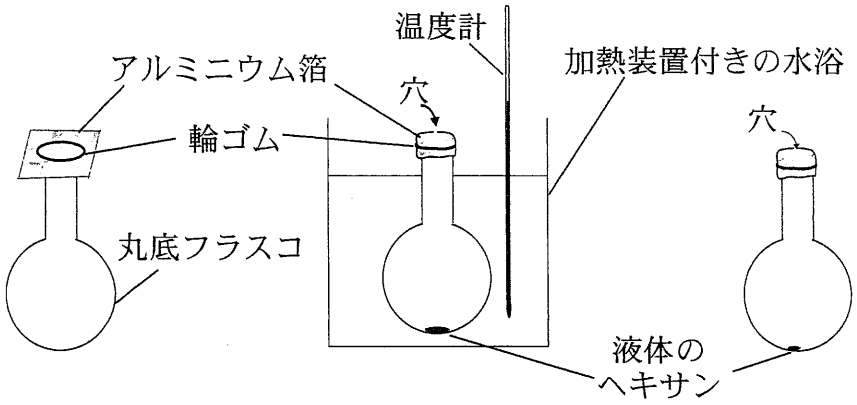


図1　　図2　　図3

問6　手順(ii)で加える液体のヘキサンは，加熱により丸底フラスコ内がヘキサン蒸気のみで満たされるように過剰量を加える必要があるが，必要量を大幅に超えると加熱に要するエネルギーも時間も無駄になる。水浴の温度が87.0 ℃であるとき，手順(ii)の空欄 [オ] に入る最も適切な数値を①から④より選んで解答欄の番号を○で囲みなさい。ただし，液体のヘキサンの密度は 20.0 ℃で 0.66 g/cm^3 とする。

① 0.08　　② 0.8　　③ 8　　④ 80

問7　今回行った実験とは別に体積と温度を変えることができる密閉容器に気体のヘキサンと窒素のみを 1:4 の体積比で混合して封入し，全圧を 1.00×10^5 Pa に保ちながら，温度を 50 ℃付近から少しずつ下げる実験を行った。ヘキサンの凝縮は 20 ℃で始まった。20 ℃におけるヘキサンの蒸気圧〔Pa〕を求めて，その数値を有効数字 2 桁で答えなさい。なお，液体のヘキサンに窒素は溶解しないこととする。

問8　実験の結果，w_2-w_1 ＝ 0.96 g であった。問 7 で求めた 20 ℃でのヘキサンの蒸気圧の値を考慮して，ヘキサンの分子量を求め，その数値を有効数字 2 桁で書きなさい。また，答えの導出過程も示しなさい。ただし，ここで求める分子量は実験で得られた各測定値から計算して求めた分子量であり，分子式から得られるものではない。計算にあたっては，20 ℃，1.00×10^5 Pa の空気 360 mL の質量を 0.430 g としなさい。なお，図 3 において液体のヘキサンの体積は無視でき，ヘキサンの気液平衡が成立しているものとする。

問9　次の（1）または（2）のように部分的に**＜実験の手順＞**どおりの操作を行わなかったとする。

(1)　手順（ⅳ）において，丸底フラスコ内にヘキサンの液体がほんのわずかに残っていたが，温度計の目盛りを読んで，手順（ⅴ）に進んだ。この操作以外はすべて**＜実験の手順＞**どおりに行った。

(2)　手順（ⅴ）において，水浴から丸底フラスコを引きあげたあと，丸底フラスコを氷水につけて十分に冷却し，ヘキサン蒸気が凝縮したことを確認後，まわりの水をふき取り，すぐにこの状態の全体の質量〔g〕を測定し，その値を w_2 として記録した。このとき丸底フラスコは室温よりも冷たく，内部の気体の温度も室温より低かった。この操作以外はすべて**＜実験の手順＞**どおりに行った。

(1)，(2)のそれぞれについて，**＜実験の手順＞**どおりに操作したときと比べて値が変化する可能性のあるものを①から⑤よりすべて選んで，解答欄の番号を○で囲みなさい。ただし，図3は，(1)においては手順（ⅴ）のとおり室温まで十分に放冷した状態を表しており，(2)においては氷水から丸底フラスコを引き上げてまわりの水をふき取ってすぐの状態を表していることとする。また，図3において，丸底フラスコ内に存在する液体のヘキサンの体積はその増減に関わらず無視することができ，丸底フラスコ内の気体の体積は常に360 mLとする。

①　図3の全体の質量（w_2〔g〕）の値
②　図3のときのヘキサンの蒸気圧の値
③　図3の丸底フラスコ内に含まれる空気の質量の値
④　図3の丸底フラスコ内に含まれるヘキサンの質量の値
⑤　図3の丸底フラスコ内の酸素分圧の値

2 次の文章〔Ⅰ〕から〔Ⅲ〕を読み，問1から問10に答えなさい。

〔Ⅰ〕 炭素およびケイ素は14族に属する非金属元素である。同じ元素の単体であるが，互いに性質が異なる物質を［ア］という。炭素の単体には多くの［ア］があり，その一つであるダイヤモンドは［イ］を吸収しないために無色透明である。炭素の別の［ア］である［ウ］は，多数の炭素原子が正六角形型に平面状に敷き詰められた層が分子間力によって引き合い，積み重なった構造をとる黒色の固体である。［ウ］の層一枚のみからなる炭素の［ア］も存在し，これは［エ］と呼ばれる。さらに，炭素の［ア］には，C_{60}，C_{70}などの分子式をもつ球状分子もあり，これらは［オ］と呼ばれる。炭素原子およびケイ素原子はともに最外殻に［A］個の電子をもち，この電子を用いて水素原子やハロゲン原子との間に共有結合を形成する。

一方，同じ14族に属するが，金属元素に分類される元素としてスズおよび鉛がある。スズの合金の1つである［カ］は，融点が低いため金属の接合剤として用いられる。以前は［カ］として，スズとともに鉛を含む合金が用いられていたが，a) 最近では鉛を含まない合金が実用化され用いられるようになっている。鉛の化合物の中で，白色の硫酸塩や黒色の硫化物などは酸化数［B］の鉛を含んでいる。一方，赤色顔料の鉛丹の主成分となっている鉛の酸化物のように，酸化数［B］と［C］の2種類の鉛イオンを含む化合物も存在する。

問1　空欄［ア］から［カ］に入る最も適切な語句を書きなさい。

問2　空欄［A］から［C］に入る適切な数字を書きなさい。必要なら＋，－の符号を付けなさい。

問3　下線部a)において，鉛を含まない合金が用いられるようになった理由を15文字以内で書きなさい。

問４　元素や原子に関する次の記述の中から正しいものをすべて選び，解答欄の記号を○で囲みなさい。

(a) すべての元素のすべての安定な同位体の原子は，必ず電子，陽子および中性子を含んでいる。

(b) 現在の周期表中では，元素は原子量が増加する順番に並んでいる。

(c) 族番号が 12 よりも小さい元素の中に，金属元素でない元素が存在する。

(d) 現在では，質量数 12 の炭素原子 ^{12}C が正確に 12 g あるとき，その中に含まれる ^{12}C の数と等しい数の集団のことを 1 mol と定義している。

(e) 第 2 周期で 1 族から 17 族に属する元素では，原子番号が大きくなるほど原子半径は増加する。

(f) 同じ電子配置をもつ単原子イオンである O^{2-}，F^{-}，Na^{+}，Mg^{2+}および Al^{3+}では，原子番号が大きくなるほどイオンの大きさは小さくなる。

〔Ⅱ〕　鉄のシュウ酸塩 $Fe_2(C_2O_4)_3 \cdot 6H_2O$ と b) ヘキサシアニド鉄(III)酸カリウムを水に溶かした溶液に白紙を浸した後，この白紙を取り出して暗所で乾燥させた。出来上がった紙（以後紙 A と呼ぶ）に，図 1 のように星形の厚紙を載せ，その上から日光を 10 分間照射した。その間，紙 A から二酸化炭素の発生が観測された。その後，紙 A を水洗いして乾燥させたところ，星形の厚紙が載っていた部分は白色，星形の厚紙が載っていなかった部分は濃青色となり，星形が紙にくっきりと写し取られた。この星形の厚紙が載っていなかった部分に生じた濃青色の物質は，ターンブルブルーとよばれる，水に不溶性の化合物である。

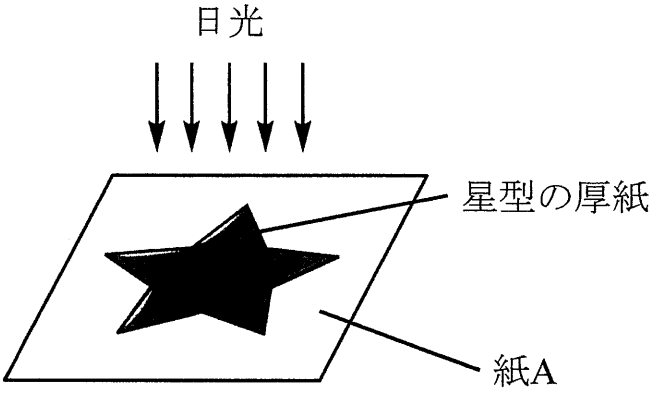


図1

問 5　下線部 b)のヘキサシアニド鉄(III)酸カリウムの化学式を，配位子，配位数，カリウムの数などが明確に分かるように書きなさい。

問 6　紙 A の日光が当たった部分では，酸化還元反応が起こっている。この反応で，(1) 酸化された元素の酸化数の変化，および(2) 還元された元素の酸化数の変化を，それぞれ下の書き方の例にならって書きなさい。

〔例〕ClO^- から Cl^- が生じる反応での塩素の酸化数の変化の書き方：+1 → −1

〔Ⅲ〕 次の実験1から実験7はいずれも実験室で気体を発生させる実験，または発生した気体の反応の実験に関する記述である。

実験1　硫化鉄(II)に希硫酸を加えると，気体Xが発生した。

実験2　亜硫酸ナトリウム水溶液に希硫酸を加えると，気体Yが発生した。

実験3　塩化アンモニウム水溶液に水酸化カルシウムを加えて加熱すると，刺激臭のある気体Zが発生した。気体Zは湿った赤色のリトマス試験紙を青色に変色させた。

実験4　塩化アンモニウム5.35 gを水に溶かし，小過剰の亜硝酸ナトリウムを加えて加熱すると，窒素が発生した。

実験5　デンプン水溶液にヨウ素ヨウ化カリウム水溶液を加えて生じる青紫色溶液に，気体Xまたは気体Yを通したところ，いずれの場合も溶液の青紫色が消失した。

実験6　気体Xと気体Yを触媒存在下200～350 ℃で反応させると，硫黄と水が生成した。

実験7　窒素を金属マグネシウムと高温で反応させたところ，窒化マグネシウムが生成した。この化合物中のマグネシウムの酸化数は+2，窒素の酸化数は−3である。

問7　(1) 実験2，(2) 実験3および(3) 実験4で起こった化学反応のイオンを含まない化学反応式を，それぞれ解答欄(1)から(3)に書きなさい。

問8　実験1，実験2，実験3および実験4で発生した(1) 気体X，(2) 気体Y，(3) 気体Zおよび(4) 窒素を大気中で捕集するのに最も適した方法を，それぞれ次の(A)から（C）の中から1つずつ選び，その記号をそれぞれ解答欄(1)から(4)に書きなさい。

（A）水上置換　　（B）下方置換　　（C）上方置換

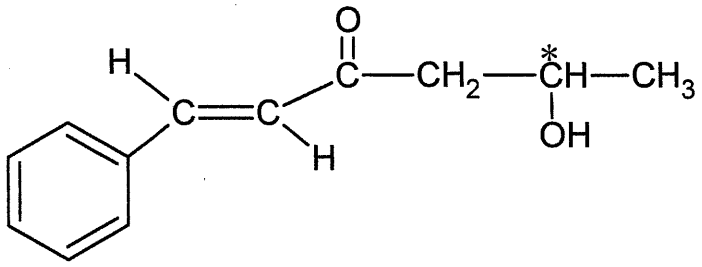
問9　(1) 実験5で，気体Yを通したときに起こる反応のイオンを含まない化学反応式を書きなさい。

(2) 実験6の反応で，還元剤としてはたらいた物質の分子式を書きなさい。

問10　実験4で塩化アンモニウムはすべて反応して窒素が生成した。生成した窒素をすべて使用して，過剰量の金属マグネシウムを用いて実験7を行ったところ，窒素はすべて消費された。生成した窒化マグネシウムの質量〔g〕を計算し，その数値を有効数字3桁で書きなさい。なお，実験4および実験7ではそれぞれ1つの化学反応のみが起こるものとする。

3　次の問１から問４に答えなさい。構造式や不斉炭素原子の表示（*）を求められた場合には，（例）にならって書きなさい。なお，構造式を書くとき，不斉炭素原子に由来する立体異性体は区別しない。

（例）



問１　有機化合物の性質について，(1)から(4)に答えなさい。

(1)　C_5H_{12} の炭化水素の構造異性体の中で，分子間にはたらく力が最も弱く沸点の最も低い異性体はどれか。その異性体の構造式を書きなさい。

(2)　アルコールが同程度の分子量を持つ炭化水素に比べて沸点が高いのは分子間にどのような相互作用があるためか。その相互作用を表す最も適切な語句を書きなさい。

(3)　メタン，エチレン，アセチレンの中で最も不完全燃焼を起こしやすく，燃える時にすすが多く，炎がより赤くなるのはどれか。化合物の名称を書きなさい。

(4)　エタン，エチレン，アセチレンの中で過マンガン酸カリウム水溶液に加えても赤紫色が消えないのはどれか。化合物の名称を書きなさい。

問２　次の化合物 (A)から(E)の中で，下の条件 (1)から(5)のそれぞれに当てはまる化合物を選び，解答欄の該当する記号を○で囲みなさい。なお，それぞれの条件において解答は１つとは限らない。

(A) $CH_3CH{=}CHCH_2OH$　(B) $CH_3CH_2CH_2CHO$　(C) $CH_3CH_2COCH_3$
(D) $CH_2{=}CHCH(OH)CH_3$　(E) $CH_2{=}CHOCH_2CH_3$

(1)　臭素が付加してジブロモ化合物を与える。
(2)　ヨウ素および水酸化ナトリウム水溶液と反応させると黄色沈殿が生じる。
(3)　不斉炭素原子を持っている。
(4)　フェーリング液を加えて温めると赤色沈殿ができる。
(5)　シス－トランス異性体が存在する。

問３　次の記述の反応で生成する化合物 A から E の構造式を書きなさい。

(1)　メタンと大過剰の塩素の混合物に紫外線を照射すると無極性分子である化合物 A が得られる。

(2)　アセチレンに触媒の存在下で水を付加させると化合物 B が得られる。

(3)　加熱した濃硫酸にエタノールを加え 130～140 ℃に加熱すると分子間の反応により化合物 C が得られるが，同じ反応を 160～170 ℃で行うと分子内の反応により化合物 D が得られる。

(4)　濃硫酸存在下でグリセリンと硝酸を反応させると，火薬や狭心症治療薬に用いられる化合物 E が生成する。

問４　次の文章を読み，(1)から(4)に答えなさい。

炭素，水素，酸素のみから構成される有機化合物 X を水酸化ナトリウム水溶液と加熱したところ，完全に加水分解が進行して 3 種類の化合物が生成した。この 3 種類の化合物を含む水酸化ナトリウム水溶液にジエチルエーテルを加えてよく振り混ぜ，水層Ｉとエーテル層Ｉに分離した。エーテル層Ｉからは化合物 A が得られた。水層Ｉには常温常圧で二酸化炭素を十分吹き込み，次にジエチルエーテルを加えてよく振り混ぜ，水層Ⅱとエーテル層Ⅱに分離した。このエーテル層Ⅱには 3 種類の化合物のいずれも含まれていなかった。水層Ⅱに塩酸を加えて酸性とし，ジエチルエーテルを加えてよく振り混ぜ水層Ⅲとエーテル層Ⅲに分離した。エーテル層Ⅲのエーテルを蒸発させて除くと，2 種類の化合物の混合物が得られた。この混合物は濃硫酸を触媒としてメタノールと反応させると化合物 B, C の混合物へと変換された。化合物 B, C の混合物をジエチルエーテルに溶かし，水酸化ナトリウム水溶液を加えてよく振り混ぜ水層Ⅳとエーテル層Ⅳに分離した。エーテル層Ⅳから化合物 B が得られ，水層Ⅳに塩酸を加えて酸性とすることで化合物 C が得られた。

化合物 A, B, C についてそれぞれ分析を行い以下の (a) から (c) の結果が得られた。

(a) 化合物 A は分子式が $C_9H_{12}O$ のベンゼン一置換体で，A は金属ナトリウムと反応し水素を発生し，また A はヨードホルム反応を示した。

(b) 化合物 B は，分子式 $C_{10}H_{10}O_2$ のベンゼン一置換体であり，B を臭素と反応させると不斉炭素原子 1 個を有するジブロモ化合物 D が得られた。

(c) 化合物 C は塩化鉄 (Ⅲ) 水溶液との反応で紫色に呈色し，C を水酸化ナトリウムで加水分解したのち塩酸で酸性にするとサリチル酸が得られた。

(1) 化合物 A の構造式を書きなさい。不斉炭素原子がある場合には不斉炭素原子に＊印を付けなさい。

(2) 化合物 B，D の構造式を書きなさい。不斉炭素原子がある化合物には不斉炭素原子に＊印を付けなさい。

(3) 化合物 C の構造式を書きなさい。

(4) 化合物 X の構造式を書きなさい。不斉炭素原子がある場合には不斉炭素原子に＊印を付けなさい。

令和７年度（2025 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６年 11 月２日

志願学部	試 験 時 間	ページ数
農　　学　　部	13：00～15：00 （120 分）	11 ページ

B2346

1 次の文章を読み，以下の問（1）～（8）に答えよ。

(a)塩基対数がわからない DNA を挿入した(b)プラスミドがある。この DNA の塩基対数を解析することを目的として，(c)制限酵素や(d)電気泳動装置を用いて，下記の実験を行った。ただし，この実験で用いた DNA を挿入する前のプラスミド DNA の大きさは 2930bp（塩基対）である。なお，このプラスミドを制限酵素 *Eco*RIと *Xho*Iで切断した部分に，下線部(a)の塩基対数がわからない DNA を挿入した。

① 3 本のマイクロチューブ A, B, C を用意した。

② それぞれのマイクロチューブに，マイクロピペットを用いて，蒸留水，制限酵素用緩衝（かんしょう）液（少量の酸や塩基を加えたり，多少濃度が変化したりしても水素イオン濃度が大きく変化しない溶液），下線部（a）を挿入した下線部（b）のプラスミドの DNA 溶液を順番に入れた。

③ A のマイクロチューブには(e)制限酵素 *Eco*RI溶液を，B には制限酵素 *Xho*I溶液を，C には制限酵素溶液（制限酵素 *Eco*RI溶液と制限酵素 *Xho*I溶液の混合液）を入れた。

④ これらのマイクロチューブのふたをして，よく混ぜた。

⑤ 準備したマイクロチューブを 37℃で 30 分間保温した。

⑥ 反応後の DNA 溶液に青い色素溶液を加えて，よく混ぜた。

⑦ この 3 本のマイクロチューブから内部の試料をマイクロピペットで取り，電気泳動装置のアガロースゲルの別々の溝（ウェル）にゆっくりと注入した。（マイクロチューブ A はレーン 1 の溝に，B はレーン 2 の溝に，C はレーン 3 の溝に入れた。また，塩基対数のわかっている DNA をマーカーとして別の溝に入れた。）

⑧ この電気泳動装置のアガロースゲルに 100V で 30 分間通電した。

⑨ この結果，次の図 1 のようになった。

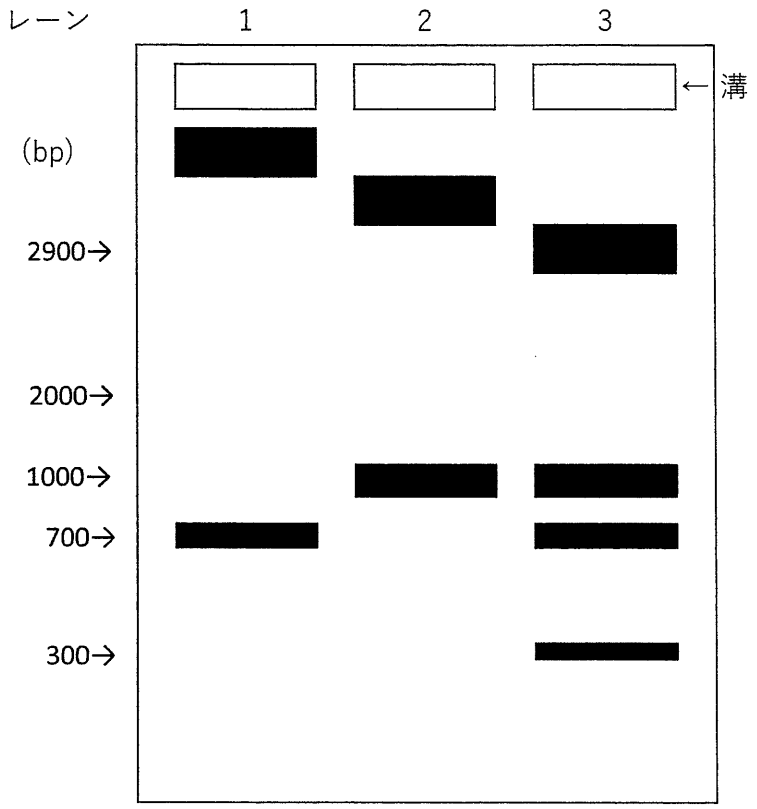
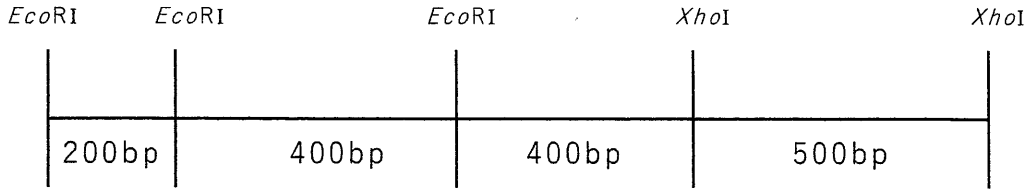


図 1

問(1)　上記の実験結果から下線部(a)の塩基対数がわからない DNA の制限酵素地図（制限酵素 *Eco*RIと制限酵素 *Xho*Iで切断することのできる位置とそれぞれの塩基対の大きさがわかるもの）を下記の例のように記せ。なお，DNA 断片を組み込んだ元のプラスミドには *Eco*RI，及び *Xho*Iで切断できる塩基配列はそれぞれ 1 カ所しかないものとする。

例



問(2)　下線部(b)のプラスミドとはどのようなものか，2 行以内で記せ。

問(3)　下線部(c)の制限酵素は多くの細菌の中でどのようなはたらきをしているか，2 行以内で記せ。

問(4)　下線部(d)の電気泳動装置でアガロースゲルに電圧を加えると，DNA はなぜ移動していくのか。DNA を構成する物質の特性をふまえて，2 行以内で記せ。

問(5)　下線部(e)の制限酵素 *Eco*RIは DNA の塩基配列 GAATTC の部分を切断する。2 本に切断された箇所の塩基配列を書け。(どのように切断されたかわかるように書くこと。対になっている塩基配列の部分も書くこと。)

問(6)　約 420 万塩基対からなる大腸菌の DNA を下線部(e)の制限酵素 *Eco*RI で切断すると，理論的には何カ所で切断されるか。小数点以下第 1 位を四捨五入して整数で答えよ。

問(7)　ヒトのインスリン遺伝子を取り出し，そのままプラスミドを用いて大腸菌に取り込ませても，大腸菌は機能を持ったインスリンを生産することはできない。その理由を 2 行以内で記せ。

問(8)　ゲノム編集は短時間で簡単に遺伝子を操作する CRISPR-Cas9 という手法で行われるようになった。この方法でどのように特定の遺伝子を挿入するのか，下記の語句をすべて用いて，4 行以内で記せ。

【語群】　遺伝子，ヌクレオチド鎖，Cas9 タンパク質，ガイド RNA，DNA

2 次の文章を読み，以下の問（1）～（7）に答えよ。

有性生殖は配偶子の形成時に遺伝子の(a)組換えが起こるため，親とは異なった遺伝子の組み合わせをもった子孫をつくることができる。しかし，植物の両性花の中で受精が起こる場合は，多様性のある子孫を残す可能性は小さくなる。自家受精は受精の効率を上げるには有効だが，多様性を持った子孫を残すには自家受精を抑制し，他家受精（他の個体と受精する）を促すしくみが必要である。自家受精を防ぐしくみには様々なものがあるが，そのうちの一つに自家不和合性がある。(b)ナス科の植物においては花粉側のタンパク質の型と雌しべ側のタンパク質の型が一致すると，花粉管の成長が途中で止まってしまい，受精することができない。

問(1) ある植物の花の色に関する対立遺伝子 A と a，及び花粉の形状に関する対立遺伝子 B と b は一対の相同染色体上に存在している。一方の染色体では遺伝子 A と B が連鎖し，対になる染色体では遺伝子 a と b が連鎖している。遺伝子型 AABB の個体と aabb の個体を交配すると，F_1（雑種第 1 代）の遺伝子型はすべて AaBb になった。この個体が配偶子を形成する時に下線部（a）の組換えが生じ，その組換え価は 12.5％であった。この場合，F_1（遺伝子型 AaBb）同士を交配すると，F_2（雑種第 2 代）の表現型の分離比はどのようになるか。ただし，遺伝子型 AABB, AaBb などを持つ個体の表現型は[AB]，AAbb, Aabb などは [Ab]として，[AB]: [Ab]: [aB]: [ab]の形で記せ。

問(2) あるナス科の植物の花粉を形成する親において，自家不和合性にかかわる遺伝子型を S_1S_2 とし，胚珠を形成する親の遺伝子型を S_2S_3 とする。この花粉を形成する親と胚珠を形成する親を交配した。

（ｉ）F_1 の胚の遺伝子型の比を記せ。

（ii）F_1 の胚乳の遺伝子型の比を記せ。

ただし，このナス科の植物では花粉の遺伝子と胚珠の遺伝子に同じものが含まれる場合は受精しない。

問(3)　下線部（b）の場合の自家不和合性を示す原因としては花柱（雌しべの柱頭と子房の間）が分泌する RNA を分解する酵素を花粉管側が不活性化できないからと考えられている。なぜ花粉管の成長が止まってしまうのか，2 行以内で記せ。

問(4)　被子植物の卵細胞形成の過程を下記の語句をすべて用いて，6 行以内で記せ。

【語群】　胚珠，胚のう細胞，胚のう，胚のう母細胞，卵細胞，
反足細胞，中央細胞，減数分裂，極核，助細胞，核分裂

問(5)　減数分裂と体細胞分裂の過程で異なる点を 2 つ記せ。

問(6)　あるイネ科の植物では，胚乳を培養することによって植物体が再び分化することが報告されている。これは胚乳も胚と同様に植物体になる能力を保持していると考えられる。この性質を利用して開発できると考えられているものは何か，1 行で記せ。

問(7)　シロイヌナズナの遺伝子 F は胚乳において母親（中央細胞）から遺伝したときのみ発現する。一方，父親（精細胞）から遺伝した対立遺伝子は不活性な状態に保たれている。遺伝子 F は DNA のプロモーター領域がメチル化（DNA の塩基にメチル基[$-CH_3$]が付加されること）されることによって発現が抑制される。しかし，雌性配偶体の中央細胞では，この領域がある酵素によって脱メチル化（メチル基が離れること）されるので遺伝子 F は活性化される。そのため，受精後の胚乳においては，母親に由来する遺伝子が選択的に発現する。一方，雄性配偶子では別の酵素が働き，メチル化が維持され遺伝子発現の抑制状態が維持される。メチル化が維持されると遺伝子発現が抑制されるのはなぜか，そのしくみを 2 行以内で記せ。

3 次の文章を読み，以下の問（1）～（7）に答えよ。

水は生命にとって不可欠な物質であり，水なしに生物は生きていけない。水は分子量が小さいため，環境内に豊富に水が存在する場合には，細胞内と細胞外の溶質の濃度差を利用して，低張液から高張液へと水分子を移動させることができる。これを浸透という。しかし，(a)細胞膜は疎水性の障壁を持つリン脂質二重層なので，浸透だけに頼った細胞膜の水の移動はわずかしか生じない。それにもかかわらず，動物の赤血球，(b)腎臓の細胞などは細胞膜を横切って多量の水を高速に通すことができる。多くの科学者は，このような細胞の細胞膜には(c)多量の水を高速に透過するタンパク質があると考えた。そこである科学者は，赤血球の細胞膜に多量に存在するタンパク質Hが，このタンパク質であると考え，下記の実験Iを行った。

① ヒトのタンパク質Hの遺伝情報を持つmRNAを含む水溶液を，アフリカツメガエルの卵母細胞Aに注入した。
② 卵母細胞BにはmRNAを含まない水溶液を，①と同じ量を注入した。
③ 卵母細胞Cには別のタンパク質の遺伝情報を持つmRNAを含む水溶液を，①と同じ量を注入した。
④ ①～③の操作をした卵母細胞を，室温で等張液（アフリカツメガエルの体液の浸透圧にほぼ等しい溶液）の中に72時間入れた。
⑤ その後，卵母細胞を入れた溶液を，約3倍量の蒸留水で薄めた。

実験Iの結果

卵母細胞Aは大量の水が入り，数分後に破裂した。
卵母細胞Bは水が入って多少膨張したが，破裂しなかった。
卵母細胞Cはほとんど膨張しなかった。

その後，下記の実験IIを行った。

アフリカツメガエルの卵母細胞に，タンパク質を介在する水透過を阻害する塩化水銀（II）（$HgCl_2$）や，塩化水銀（II）による水透過の阻害を解除する化学物質Mを与えて，水分子が透過する速度を調べた。

表1　実験IIの結果

タンパク質HのmRNAの卵母細胞への注入	塩化水銀（II）	化学物質M	水分子の透過する速度
なし	なし	なし	（ア）
なし	あり	なし	（イ）
なし	あり	あり	（ウ）
あり	なし	なし	（エ）
あり	あり	なし	（オ）
あり	あり	あり	（カ）

問(1)　下線部(a)の細胞膜の断面図を親水性の部分と疎水性の部分がどのように分布しているかわかるように模式的に書け。

問(2)　ヒトの体液の塩分濃度が上昇した際，下線部(b)のヒトの腎臓において，水の再吸収を促進するホルモンが働くまでの過程を3行以内で記せ。

問(3)　(i)　下線部(c)のタンパク質の名称を記せ。

(ii)　細胞膜で主にイオンを受動輸送しているタンパク質の名称を記せ。

問(4)　小腸の上皮細胞では，腸管側のグルコース濃度が小腸上皮細胞内よりも低いにもかかわらず，グルコースを小腸上皮細胞に取り込んでいる。どのようなしくみで取り込んでいるのか，3行以内で記せ。

問(5)　実験Iでタンパク質 H が水を高速で透過するタンパク質であることは推測できた。実験IIでは実験Iの結果を支持するデータが得られた。表 1 の（ア）～（カ）の中で水分子の透過する速度が速いものを 2 つ選べ。

問(6)　実験Iと実験IIで，タンパク質 H が水を高速で透過するタンパク質であることは推測できた。しかし，アフリカツメガエルの卵母細胞には既に水を高速で透過するタンパク質が存在し，タンパク質 H はそのタンパク質を活性化したにすぎないのではないかという批判が出た。それに対して，ある実験を行い，タンパク質 H が水を高速で透過するタンパク質であることを明らかにした。どのような実験をしたと考えられるか，下記の語句をすべて用いて，3 行以内で記せ。

【語群】減少，体積，脂質分子，等張液，スクロース，小胞，
タンパク質 H，ヒトの赤血球，人工の膜

問(7)　以下は細胞膜ではたらく，あるホルモンに関する文章である。空欄 [キ] ～ [シ] に適する語句を入れよ。

[キ] は副腎髄質から分泌され血液中を移動し，このホルモンの [ク] 器官である肝臓の細胞膜上の [ケ] に結合する。その結果 [ケ] の立体構造が変化して，細胞膜上にある [コ] を活性化する。活性化した [コ] は [サ] から cAMP という情報伝達物質を新たに産生する。cAMP はさらに別の [コ] を活性化して，一連の反応を促進し，最終的にグリコーゲンがグルコースに分解される。この結果グルコースが血液中に運ばれて血糖濃度が上昇する。cAMP のような細胞内の情報伝達物質は，[シ] とよばれる。

令和７年度（2025 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６年 11 月２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	16：00～17：30 （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. 特に指示がある場合以外は，日本語で記入してください。
8. 解答に字数の指定がある場合は，句読点，数字，アルファベット，記号も１字として数えてください。
9. 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。

C2346

———このページは白紙———

———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。

著作権の都合上、この部分はご覧いただけません。

C2346

著作権の都合上、この部分はご覧いただけません。

C2346

問１　下線部（1）の that が示す内容を本文に即して説明しなさい。

問２　下線部（2）の 8 countries について，文中ではいくつかに分類されている。どのように分類されているか説明しなさい。

問３　下線部（3）について，we が指すものを具体的に示して，日本語に訳しなさい。

問４　本文の内容から正しいと判断できるものを，次の (A)〜(D) の中から一つ選び，記号で答えなさい。

(A) スペインとウクライナでは国民の英語習熟度が異なっている。
(B) 学術論文の審査過程では，研究内容の正確さと英語の質の問題は分けて評価される。
(C) 英語が堪能でない人にとって，論文やプレゼンテーションだけでなく，研究費を獲得するための申請も困難である。
(D) 英語を母国語とする国の数は世界の国の数の 5%に過ぎない。

C2346

———このページは白紙———

C2346

2 次の英文を読んで，以下の問いに答えなさい。

著作権の都合上、この部分はご覧いただけません。

C2346

著作権の都合上、この部分はご覧いただけません。

C2346

著作権の都合上、この部分はご覧いただけません。

C2346

問１　本文中で 下線部(1)Avian と同じ意味で用いられている英単語を答えなさい。

問２ 下線部(2)を日本語に訳しなさい。

問３ 下線部(3)について、なぜ It should be no surprise なのか、その理由について本文に即して簡潔に説明しなさい。

問４　下線部(4)について、 なぜ controversial なのか、その理由について本文に即して簡潔に説明しなさい。

問５　以下の (A)～(D) のうち，本文の内容から誤っていると判断できるものを二つ選び，記号で答えなさい。

(A) HPAI に感染した人は５０％以上の確率で死に至る。
(B) 最初の HPAI は野生のガチョウから見つかった。
(C) 鳥の死体を見つけた場合は HPAI に感染している可能性があるので、拾って専門機関に持っていく必要がある。
(D) HPAI の世界的な流行を抑制する施策の一つとして，家禽飼育羽数の増加の抑制があげられる。

C2346

3 次の英文を読んで，以下の問いに答えなさい。

[1] In the 1990s and early 2000s, technologists made the world a grand promise: new communications technologies would strengthen democracy, undermine authoritarianism, and lead to a new era of human *flourishing. But today, (1)few people would agree that the internet has lived up to that *lofty goal.

[2] Today, on social media platforms, content tends to be ranked by how much engagement it receives. Over the last two decades politics, the media, and culture have all been reshaped to meet a single, overriding incentive: *posts that provoke an emotional response often rise to the top. Efforts to improve the health of online spaces have long focused on content moderation, the practice of detecting and removing bad content. Tech companies hired workers and built AI to identify hate speech, *incitement to violence, and harassment. That worked imperfectly, but it stopped the worst toxicity from flooding our feeds. There was one problem: while these AIs helped remove the bad, they didn't elevate the good. "Do you see an internet that is working, where we are having conversations that are healthy or productive?" asks Yasmin Green, the CEO of Google's Jigsaw unit, which was founded in 2010 with a remit to address threats to open societies. "No. You see an internet that is driving us further and further apart." What if there were another way?

[3] Jigsaw believes (2)it has found one. On Monday, the Google subsidiary revealed a new set of AI tools, or classifiers, that can score posts based on the likelihood that they contain good content: Is a post *nuanced? Does it contain evidence-based reasoning? Does it share a personal story, or foster human compassion? By returning a numerical score (from 0 to 1) representing the likelihood of a post containing each of those virtues and others, these new AI tools could allow the designers of online spaces to rank posts in a new way. Instead of posts that receive the most likes or comments rising to the top, platforms could — in an effort to foster a better community — choose to put the most nuanced comments, or the most compassionate ones, first.

[4] The breakthrough was made possible by recent advances in (3)large language models (LLMs), the type of AI that underpins *chatbots like ChatGPT. In the past, even training an

C2346

AI to detect simple forms of toxicity, like whether a post was racist, required millions of labeled examples. Those older forms of AI were often *brittle and ineffectual, not to mention expensive to develop. But the new generation of LLMs can identify even complex linguistic concepts out of the box, and *calibrating them to perform specific tasks is far cheaper than it used to be. Jigsaw's new classifiers can identify "attributes" like whether a post contains a personal story, curiosity, nuance, compassion, reasoning, *affinity, or respect. "It's starting to become feasible to talk about something like building a classifier for compassion, or curiosity, or nuance," says Jonathan Stray, a senior scientist at the Berkeley Center for Human-Compatible AI. "These fuzzy, contextual, know-it-when-I-see-it kind of concepts - we're getting much better at detecting those."

[5] This new ability could be a watershed for the internet. Green, and a growing chorus of academics who study the effects of social media on public discourse, argue that content moderation is "necessary but not sufficient" to make the internet a better place. (4)Finding a way to boost positive content, they say, could have *cascading positive effects both at the personal level — our relationships with each other — but also at the scale of society. "By changing the way that content is ranked, if you can do it in a broad enough way, you might be able to change the media economics of the entire system," says Stray, who did not work on the Jigsaw project. "If enough of the algorithmic distribution channels disfavored divisive rhetoric, it just wouldn't be worth it to produce it any more."

（出典："The AI that Could Heal a Divided Internet" April 15, 2024, *Time* より一部改変）

(注)

*flourishing: 繁栄　　*lofty: 高尚な

*post(s): 投稿　　*incitement: 誘因

*nuanced: ニュアンス（微妙な差異）を含んでいる

*chatbot(s): テキストや音声を使って自動で会話を行うプログラム

*brittle: 脆い　　*calibrating: 調整する

*affinity: 親和性　　*cascading: 連鎖する

C2346

問１　下線部 (1) について，どうして few people would agree なのか，段落[2]で述べられている内容に即して説明しなさい。

問２　下線部 (2) の具体例としてあげられているものを，段落[3]で述べられている内容に即して 120 字程度で説明しなさい。

問３　下線部 (3) large language models (LLMs) がもつ，従来の AI にはない特徴を，２点説明しなさい。

問４　下線部 (4) を日本語に訳しなさい。

C2346

東北大学

2025（令和７）年度東北大学農学部
ＡＯ入試（総合型選抜）Ⅲ期

小　作　文（午　前）

試験期日　2025（令和 7）年 2 月 10 日（月）

試験時間　9:30～10:00

注意

1　問題冊子及び解答用紙は指示があるまで開かないこと。

2　問題冊子は１ページからなっている。試験開始後，直ちに確認すること。

3　ページの落丁・乱丁及び印刷不鮮明の箇所等に気づいた場合には，監督者に申し出ること。

4　解答用紙には，忘れずに受験記号番号及び氏名を記入すること。
解答用紙の裏面には，何も記入しないこと。

5　問題冊子，草案紙は，試験終了後に持ち帰ること。

次の課題について３０分以内に８００字程度で記述してください。

課　題

現在、高齢化や過疎化に直面する日本の農山漁村においては、デジタル技術を活用して地域の活性化を図ることが期待されています。これに対して農学としてどのような貢献ができるか、あなたの考えを述べてください。

東北大学

2025（令和７）年度東北大学農学部
ＡＯ入試（総合型選抜）Ⅲ期

小　作　文（午　後）

試験期日　2025（令和 7）年 2 月 10 日（月）

試験時間　13:30～14:00

注意

1　問題冊子及び解答用紙は指示があるまで開かないこと。

2　問題冊子は１ページからなっている。試験開始後，直ちに確認すること。

3　ページの落丁・乱丁及び印刷不鮮明の箇所等に気づいた場合には，監督者に申し出ること。

4　解答用紙には，忘れずに受験記号番号及び氏名を記入すること。
解答用紙の裏面には，何も記入しないこと。

5　問題冊子，草案紙は，試験終了後に持ち帰ること。

次の課題について３０分以内に８００字程度で記述してください。

課　題

他国と比較して、我が国の農林水産業の強みは何であると思いますか？また、それをさらに発展させていくために、どのような研究を行っていけば良いと思いますか。あなたの考えを述べてください。