

委託業務成果報告書

平成 29 年度「高大での教育改革を目指した理数分野における入学者選抜改革」

平成 30 年 5 月 30 日

広島大学
東京工業大学
北海道大学
筑波大学
東京大学
京都工芸繊維大学
九州大学
東京理科大学
早稲田大学

目次

1. 委託事業名	1
2. 取組大学	1
3. 業務の目的及び内容	1
4. 業務成果の報告	2
4-1. 高大協働型（広島大学）グループ	2
(1) 事業1：課題調査	2
(2) 事業2：思考力評価問題開発	3
(3) 事業2：分析有効性検証	3
(4) 事業2：海外調査	4
(5) 事業3：入学者選抜改革の推進	10
(別添資料1)	11
(別添資料2)	19
(別添資料3)	104
4-2. 大学主導型（東京工業大学）グループ	183
【事業目標と想定する開発モデル】	183
【大学主導型各大学の取組概要】	183
北海道大学	184
筑波大学	198
早稲田大学	198
東京工業大学	215
東京大学	230

1. 委託事業名

「高大での教育改革を目指した理数分野における入学者選抜改革」

2. 取組大学

広島大学（代表大学）、東京工業大学（副代表大学）、北海道大学、筑波大学、東京大学、京都工芸繊維大学、九州大学、東京理科大学、早稲田大学

(1) 高大協働型（広島大学）グループ

広島大学、京都工芸繊維大学、九州大学、東京理科大学

(2) 大学主導型（東京工業大学）グループ

東京工業大学、北海道大学、筑波大学、東京大学、早稲田大学

3. 業務の目的及び内容

学習指導要領改訂による理数教科改革（理数探究など）を踏まえ、理数分野における思考力等を多面的・総合的に評価する手法や問題開発等を行う。その際、大学教員と高校教員が協働して検討する手法（高大協働型）、理工系人材に求められる知識、資質・能力から検討する手法（大学主導型）の両面から行い、高校・大学関係者への成果の普及を図る。

この事業を着実に遂行するため、事業計画の立案、ふたつのアプローチで遂行するプロジェクト間の調整及び進捗の管理等のマネジメントを行う事業運営本部を置く。

この事業は、理数系分野における大学入学者選抜改革を推進するために、以下の3つの事業を行う。

(1) 理数分野において、大学入学者選抜改革を進める上での具体的な課題や問題点の整理

協力大学が協働して、大学教員と高校教員が協働して検討するボトムアップ的アプローチと、理工系人材に求められる知識、資質・能力から検討するトップダウン的アプローチの2面から大学入学者選抜を行う上での具体的な課題や問題点の調査・整理を行う。

(2) 理数分野において、思考力等に関する多面的・総合的な評価を行うための実践的で具体的な評価手法、問題の開発

協力大学が協働して、ボトムアップ的アプローチ及びトップダウン的アプローチから評価手法のバリエーション・多様な選抜方法への対応、理数融合の評価方法への対応、協働性など先進的な評価手法の提案など思考力等に関する多面的・総合的な評価を行うための実践的で具体的な入試手法、評価手法を開発するとともに、そのプロセスを「問題作成マニュアル」「採点マニュアル」などとしてまとめる。

(3) 開発した成果を全国の大学に普及することによる大学の入学者選抜改革の推進

開発した成果を日本国内すべての大学に普及することは、どの大学でも思考力を測る入試問題が作成できるようにすることと考えており、問題例の提供のみでは不十分である。問題作成から採点、結果の分析、評価手法の見直しに至るPDCAサイクルを問題作成・採

点マニュアルとして作成する。

これら成果を、協力大学が協働して全国各地でセミナー、シンポジウム、説明会等の開催により公開する。また、代表大学に WEB サイトを開設して公表、質問に対応するとともに「思考力評価問い合わせ窓口」を設置して、事業終了後も質問等に対応する。

なお、開発した成果は平成 31 年度以降、AO 入試、推薦入試に導入し、各大学の個別試験問題に順次組み込む予定である。それと同時に、大学入学者希望者学力評価テスト（仮称）にも活用されるよう働きかける。

4. 業務成果の報告

平成 29 年 6 月 3 日に平成 29 年度第 1 回事業運営本部会議開催し、理数分野で連携する 9 大学の業務担当責任者で平成 28 年度の事業進捗状況を共有・確認するとともに、平成 29 年度の事業実施について打合せを行った。

平成 30 年 3 月 1 日に平成 29 年度第 2 回事業運営本部会議を開催し、平成 29 年度の事業進捗状況を確認・共有し、今後の事業計画について協議を行った。

4-1. 高大協働型（広島大学）グループ

事業 1：課題調査グループ、事業 2：思考力評価問題開発グループともに、高校部会（10 校）と大学部会（4 大学）を組織し、それぞれの部会で整理・検討、開発等の取組を行い、平成 29 年 7 月から平成 30 年 2 月までの間に 3 回開催した実施運営委員会で高校部会と大学部会が議論・調整を重ねながら事業を進めた。

大学部会：広島大学、京都工芸繊維大学、九州大学、東京理科大学

高校部会：広島大学附属高等学校、広島大学附属福山高等学校、福岡県立筑紫丘高等学校、福岡県立修猷館高等学校、京都教育大学附属高等学校、京都府立桃山高等学校、京都府立洛北高等学校、京都府立嵯峨野高等学校、横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校、國學院大学國學院久我山高等学校

(1) 事業 1：課題調査

- ・ 理数分野における大学入学者選抜改革を進めるうえでの具体的な課題や問題点の原因を解明するため、平成 29 年 3 月に全国の国公私立高等学校 3,000 校、国公私立大学（理数系学部）824 大学に送付して調査を実施した。
- ・ 平成 29 年 4 月に、回答のあった高等学校教員 2,370 名、大学教員（理数系学部）538 名の回答の分析を行った。（別添資料 1）
 - 回収率：高等学校 54.07%、大学 38.47%
 - 回答数：3,376 件（欠損のないデータ 2,908 件を分析）
 - 高等学校教員 2,370 名（数学 1,207 名、理科 1,163 名）
 - 大学教員 538 名（数学 270 名、理科 268 名）

(2) 事業 2 : 思考力評価問題開発

- 平成 29 年 7 月に大学入試センター審議役、11 月に文部科学省視学官と意見交換を行うなど、理科分野／数学分野の思考力の内容に関する情報収集を行った。
- 平成 29 年 4 月に、開発・作成した問題及び解答者アンケートを、九州大学、京都工芸繊維大学、東京理科大学及び広島大学の新生 1,440 人に試行し、併せて試行した問題の採点にあたった教員、大学院生に採点者アンケートを実施した。
解答とアンケートの分析結果等は、開発した問題の妥当性や信頼性を検証のうえ、問題の開発や採点・評価手法の開発にフィードバックしている。
- 問題の試行、解答者アンケート及び採点者アンケートの分析結果を踏まえ、高校部会では高校で育成している思考力を基にした問題開発・作成を行い、大学部会では大学が求める思考力を基にした問題開発・作成を行い、本年度中に 3 回開催した実施運営委員会及び問題開発会議で、高校部会・大学部会が作成した試行問題の摺合せ検討・修正を重ね、平成 30 年 2 月までに「理科・理数融合」「数学・理数融合」問題を開発した。(別添資料 2)
- 平成 29 年 11 月に、開発・作成した問題の試行に協力してくれる高等学校を募集し、98 校からの応募を得て、平成 30 年 2 月に 21 校(公立 15 校、私立 6 校)の高等学校生徒に試行した。採点並びに試行結果の分析は平成 30 年度に行う計画である。

(3) 事業 2 : 分析有効性検証

- 平成 29 年 4 月に実施した問題の解答、解答者アンケート及び採点者アンケートの結果を集積し、分析・検証を行った。分析・検証結果は、実施運営委員会などで説明、共有して問題開発等にフィードバックしている。(別添資料 3)

(4) 事業2：海外調査

・平成29年8月31日から9月8日の日程で、英国エクセター大学及び同大学連携高校を訪問し、思考力の評価方法について調査を実施した。調査結果は、報告書としてまとめており問題開発や思考力の評価手法の開発に活用する。

エクセター数学教育学校・エクセター大学訪問調査

1. 訪問日

平成29年9月5日 エクセター数学教育学校

平成29年9月6日 エクセター大学

2. 参加者

松浦伸和（広島大学副理事，広島大学大学院教育学研究科教授）

影山和也（広島大学大学院教育学研究科准教授）

木下博義（広島大学大学院教育学研究科准教授）

3. 調査目的

数学および理科における「思考力を中心とした資質・能力を評価する手法の開発」の参考とするため、イギリス・エクセター数学教育学校を訪問し、思考力を育成する実際の授業を観察するとともに、教師から評価方法や評価問題の作成等について聞き取り調査を実施する。さらに、エクセター大学を訪問し、担当教授から数学および理科に関する大学入試問題の作成等について聞き取り調査を実施する。

4. 調査概要

4.1 エクセター数学教育学校における調査

(1)エクセター数学教育学校（Exeter Mathematics School）の概要

エクセター数学教育学校は、卓越した地域の数学拠点校として、2014年に設立された学校である（総生徒数：120名）。生徒には、数学や物理、コンピュータ・サイエンス等において、GCSEのAレベルが期待されている。そのため、数学だけでなく、科学やコンピュータ・サイエンスについても高いレベルの教育が行われ、エクセターカレッジとエクセター大学からも支援を受けている。

(2)授業観察およびインタビュー調査

数学と物理、コンピュータ・サイエンス（プログラミング）の授業を観察した。数学では、エクセター大学の教員が支援に入っている授業もあった。授業では小グループ形式が多く取り入れられ、思考力を必要とする課題に取り組んでいた（写真1）。また、教室や廊下には、生徒による課題研究の成果が掲示されていた（写真2）。

カリキュラムや授業、大学入試への対応等について、Burnham 校長と Cantle 研究主任にイ

インタビュー調査を行った（写真3）。具体的には、作成した年間カリキュラムや学習指導案、成績、家庭での学習等をもとにし、思考力の捉え方や育成、大学入試に対する取組を聞くことができた。



写真1 授業の様子（数学）

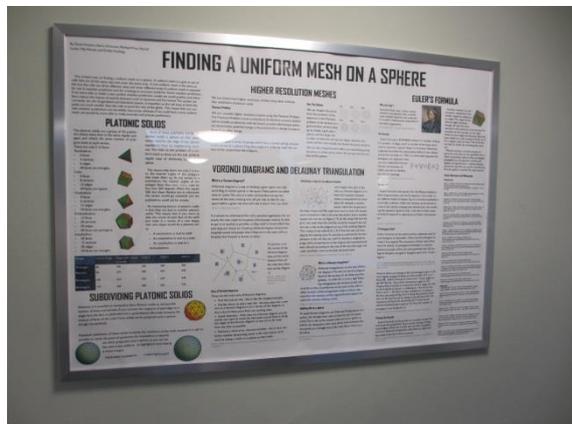


写真2 課題研究の成果



写真3 インタビュー調査の様子

4.2 エクセター大学における調査

(1) イギリスの大学入試制度の概要

イギリスでは大学入試についての統一的な規定はなく、各大学の入学要件にしたがって選抜が行われている。しかしながら、多くの大学が GCE (General Certificate of Education) 等の資格試験への合格を求めている。

GCE 試験は、試験機関 (examination boards) が行う外部試験である。そして、資格・カリキュラム開発機関 (QCA) のガイドラインに沿って、この試験機関がシラバスの開発、試験問題の作成・実施および採点・評価を統轄している。試験科目は記述式が中心で、評価は A～E の 5 段階（それ以下は不合格）になっている。A レベル試験の問題は、かなり専門的な内容が出題され、入学のための学力要件として、GCE・A レベル試験 2～3 科目合格等を求める大学が多い。

(2)インタビュー調査

数学および理科における思考力の捉え方や大学入試、思考力を問う問題の作成等について、エクセター大学の藤田太郎先生はじめ数学教育担当の先生にインタビュー調査を行った（写真4,5）。



写真4・5 インタビュー調査の様子

具体的には、(a)英国では思考力をどのように定義しているのか、(b)思考力に下位能力を設定しているのか、(c)思考力はどのようなスケールまたはルーブリックで測定するのか、(d)思考力を評価する数学と理科の具体的な問題にはどのようなものがあるか、等について質疑応答がなされた。藤田先生からは、ナショナルテストの作成方法や大学入試の実態等を踏まえながら、思考力の捉え方や評価方法について聞くことができた。また、思考力を評価する具体的な問題を紹介していただいた。その一例を下記に示す。それらの問題は、思考力を中心とした資質・能力を評価する手法の開発に向け、非常に参考になるものであった。

(3)思考力の評価問題：数学

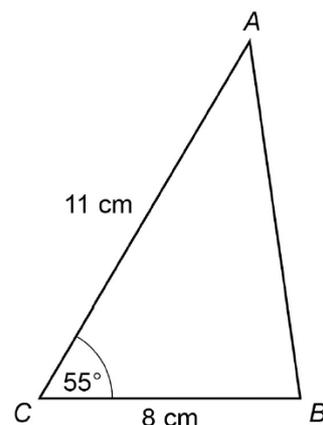
学生の選抜に当たっては、流暢性 (fluency)、数学的に推論すること、問題を解決することが総合的に判断されるが、これらは明確な評価規準 (mark scheme) と解決するための資料が豊富な記述テストによって評価される。たとえば、次のような問題のセットである。

- 実際の庭や再生エネルギー機器の写真
- 注意事項：計算機など必要な道具は使ってもよい。ただし解答の過程ははっきりと記述して残すこと。
- 問題例

<1>庭師は花壇の端にそってまっすぐに球根を54個植えている。球根は12cm離れて植えられている。花壇の長さは650cmである。このとき、花壇に沿って球根がぴったりと植えるには、下のうちどの計算式がよいか。

$$12 \times 650 \quad 650 \times 54 \quad 12 \div 650 \quad 650 \div 54 \quad 54 \div 12$$

<2>その庭師は三角形ABCの形で花壇をデザインしている(右図；ただし正確ではない)。



- (a) この三角形 ABC を作図せよ。
- (b) 作図された図の AB の長さを測れ。それを cm の長さでかけ。
- (c) 実際の花壇は、1 : 50 の縮尺で三角形 ABC と同じ形をしていることになる。AC の実際の長さを計算せよ。それを m で答えよ。

< 3 > 下の図は庭にあるフェンスと木を表している。
鉛筆，定規，コンパスだけを使って，木からフェンスに直線を引け。ただしこの直線はフェンスに垂直であること。また作図に使ったすべての線は残しておくこと。

Fence

● Tree

<問題の特徴>

以上のように，単純な知識を問うたり技能をみたりするだけではなく，身近な事象と数学とを関わらせる問題が多い。また実際の授業だけではなく試験においても，必要な数学的道具を自由に使わせることは示唆的である。

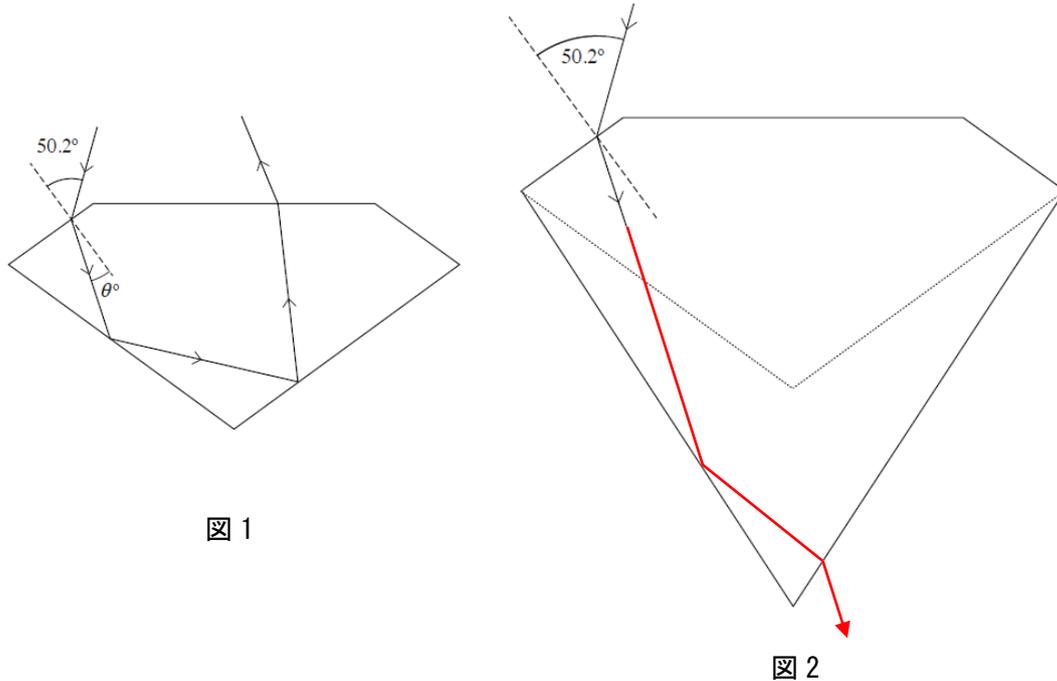
ただし問題で使われる数学的知識や技能はそれほど難しいものではなく，むしろ日本の高等学校等で扱われるもののほうが数学的には高度であるように思われた（この点について，訪問先の藤田太郎先生からは，これらの問題も練習すればある程度対処できるのではないか，ということであった）。したがって，思考力等を測るといった場合，どれほどの知識や技能をもっているかというよりもむしろ，それらをどのように使っていけるか，またもとの事象のなかで結果を解釈し意味づけることができるかということが重視されているといえる。

(4)思考力の評価問題：理科

【例 1】ダイヤモンド問題

ダイヤモンドの角度は、反射する光の量を最大にするように決められています。図 2 に、通常の形状とは異なる角度をもつダイヤモンドを示しています。なお、図中の点線は、通常の形状のダイヤモンドを示しています。図 2 に、このダイヤモンドを出ていくまでの光の経路を書いてください。

<解答例>



<問題の特徴>

ダイヤモンドが光り輝くのは、その形状にも依存することを確認する問題である。

「入射角が臨界角よりも大きいとき全反射が起きる」という知識を活用しなければならない点に新しさがある。図 2 では、ダイヤモンドの右の表面で起きる 2 回目の反射の際、入射角の大きさから全反射は起きず、屈折してダイヤモンド外に出ていく。そのため、図 2 に示す形状では、観測者に光が届かず、輝き方が図 1 とは異なる。

アモッサナイトは、屈折率 2.67 の透明な物質です。この物質を図 1 のような形状にしたとき、ダイヤモンドよりも多くの光を反射するかどうか、理由も含めて教えてください。

<解答例>

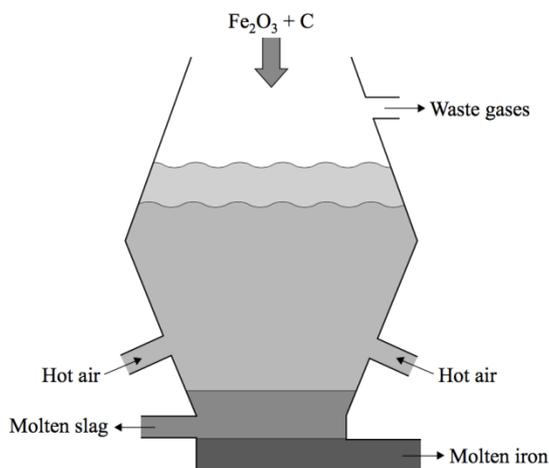
モアッサナイトの方がダイヤモンドよりも屈折率が大きい。よって、屈折の法則より、モアッサナイトの方が、臨界角が小さくなる。したがって、モアッサナイトの方が全反射しやすくなるため、ダイヤモンドよりも多くの光を反射する。

<問題の特徴>

屈折率と臨界角の関係を考慮しなければならない問題である。聞きなれない物質名（モアッサナイト）であっても、「屈折率が大きければ臨界角が小さい。よって全反射が起こりやすいため、ダイヤモンドよりも多くの光を反射する」のように、論理的に考え表現する力を問うところに新しさがある。また、現象を正確に把握する力も問われている。

【例 2】鋼の製造問題

鋼の製造には複数の過程があります。鋼は鉄の合金です。鉄は鉄鉱石（主成分は Fe_2O_3 ）をコークスと一緒に溶鉱炉に入れて還元することで製造します。工業的製法では、より純度の高い鉄の製造を目指す一方で、コストを最小限に抑えるように行われています。



問 1 工業的製法の中には、反応を一括処理で行うものもあります。連続工程が一括処理に比べ優れている点を一つ挙げて説明してください。

<解答例>

連続工程にすることで、不純物の除去や適切なタイミングでの触媒の挿入を行うことができ、高い収率で目的物を生産することができる。

問 2 一括処理が連続工程に比べ優れている点を一つ挙げて説明してください。

<解答例>

一括処理にすることで製造装置を単純化することができ、メンテナンスなどの経費を抑えることができる。

<問題の特徴>

反応方法によるメリットを提案させており、反応自体に言及したり、経済的な面から言及したり、複数の解答が考えられるように工夫されている点に新しさがある。また、対象としている反応が社会で実際に行われている工業的製法であり、社会との結びつきを認識させる問題になっている。

問 3 原材料費などのコストについては、全ての工業的製法において経済的な面から十分に検討されなければなりません。コストには以下のものが考えられます。「資本原価」「直接原価」「間接原価」

(a)原材料費という語を用いて上記の原価を説明してください。

<解答例>

原材料費などのように製品を作るための原価として明らかなものは直接原価であり、明らかでないものは間接原価、企業の資金調達に伴うコストは資本原価である。

(b)次の項目にかかる経費は上記のコストのいずれに分類されますか。「溶鉱炉の製造費」「石灰石の費用」「溶鉱炉の維持費」「販促費」

<解答例>

「溶鉱炉の製造費」：資本原価、「石灰石の費用」：直接原価、「溶鉱炉の維持費」：資本原価、「販促費」：間接原価

<問題の特徴>

科学の問題の中にコストの観点を入れており、この点に新しさがある。ただし、各コストの定義を知っていることが前提になっている。

以上

(5) 事業3：入学者選抜改革の推進

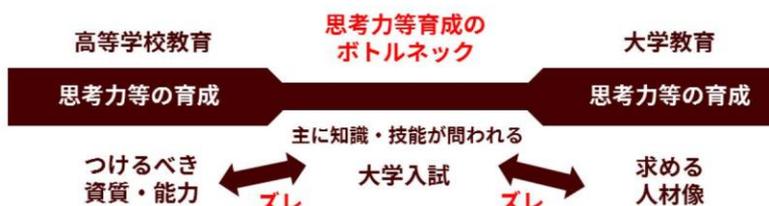
- ・ 平成29年5月25日に富山国際会議場で開催された、大学入学者選抜改革エキスポで本事業の取組状況を発表した。
- ・ 平成29年11月19日及び12月27日に、大学入試センターの協力を得て「高大での教育改革を目指した理数分野における大学入学者選抜改革」セミナーを、大学主導型グループと協働して開催した。

平成29年11月19日東京会場 参加者184名

平成29年12月27日広島会場 参加者323名

調査の目的と対象

・ 入試が思考力育成のボトルネックとなっているのでは？



・ 高等学校教員、大学教員を対象とした調査をH29.3末に実施

- ・ 高等学校3000校、大学824校に送付し、数学教員・理科教員各1名が対象
- ・ 回収率（高等学校54.07%、大学38.47%；平成29年5月18日時点）
- ・ 回答数total 3376

✓欠損のないデータ (n = 2908) を分析

- ・ 高等学校教員 2370名 (数学1207名；理科1163名)
- ・ 大学教員 538名 (数学 270名；理科 268名)

調査票 (イメージ)

・ 5つの資質・能力について、7つの観点から評定させた

1. 「数学における基本的な概念や原理・法則の体系的な理解」 (p.2 項目 a) についてお尋ねします。
以下の質問について、あなたのお考えや印象に当てはまる数字に○をつけてお答えください。

5つの 能力・資質の一例

7つの観点

			あ 全 ま ← くり	あ 非 程 常 度 に →	
1.	社会で自立して活動していくために、どの程度重要だと思いますか	重要ではない	1 2	3 4	重要である
2.	ご所属の高等学校で育てる資質・能力として、どの程度重視されていると思いますか	重視されていない	1 2	3 4	重視されている
3.	ご所属の高等学校での教育によって、どの程度育まれていると思いますか	育まれていない	1 2	3 4	育まれている
4.	大学教育で育てる資質・能力として、どの程度重視されていると思いますか	重視されていない	1 2	3 4	重視されている
5.	大学教育によって、どの程度育まれていると思いますか	育まれていない	1 2	3 4	育まれている
6.	大学入学者に求める資質・能力として、どの程度重視されていると思いますか	重視されていない	1 2	3 4	重視されている
7.	センター試験において、どの程度評価されていると思いますか	評価されていない	1 2	3 4	評価されている

調査票（イメージ）

1. 「数学における基本的な概念や原理・法則の体系的な理解」(p.2 項目 a) についてお尋ねします。
 2. 「事象を数学的に考察し、表現する能力」(p.2 項目 b) についてお尋ねします。
 3. 「数学に対する関心や主体的に数学を学ぼうとする意欲」(p.2 項目 c) についてお尋ねします。
 4. 「事象を数学的に表現し、正しい数学的推論によって得られた結果に基づいて、合理的に判断する能力」
 5. 「他者と協働して学ぶ態度」(p.2 項目 e) についてお尋ねします。
- 以下の質問について、あなたのお考えや印象に当てはまる数字に○をつけてお答えください。

		あ 全 ま ← くり		あ る 非 程 常 度 に →	
1.	1.				
2.	2.				
3.	3.				
4.	4.				
5.	5.	1.	2.	3.	4.
6.	6.	2.	3.	4.	5.
7.	7.	3.	4.	5.	6.

1.	1.	社会で自立して活動していくために、どの程度重要だと思いますか	重要ではない	1	2	3	4	重要である
2.	2.	ご所属の高等学校で育てる資質・能力として、どの程度重視されていると思いますか	重視されていない	1	2	3	4	重視されている
3.	3.	ご所属の高等学校での教育によって、どの程度育まれていると思いますか	育まれていない	1	2	3	4	育まれている
4.	4.	大学教育で育てる資質・能力として、どの程度重視されていると思いますか	重視されていない	1	2	3	4	重視されている

調査概要

・ 5つの資質・能力について、7つの観点から評定させた

- 数学**
- a. 数学における基本的な概念や原理・法則の体系的な理解 **知識・理解**
 - b. 事象を数学的に考察し、表現する能力 **思考力・表現力**
 - c. 数学に対する関心や主体的に数学を学ぼうとする意欲 **関心・意欲・態度**
 - d. 事象を数学的に表現し、正しい数学的推論によって得られた結果に基づいて、合理的に判断する能力 **数学活用力**
 - e. 他者と協働して学ぶ態度 **協働性**
- 理科**
- a. 自然の事物・現象についての理解 **知識・技能** **思考力・判断力・表現力**
 - b. 自然の事物・現象について問題を見だし、科学的に探究する能力
 - c. 自然の事物・現象に対する関心や探究心 **関心・意欲・態度**
 - d. 体系化された知識に基づいて、自然の事物・現象を分析的、総合的に考察する能力 **問題解決能力**
 - e. 他者と協働して学ぶ態度 **協働性**

調査概要

- 5つの資質・能力について、7つの観点から4段階で評定させた

「社会で自立して活動するために、重要かどうか」

「高等学校教育で育てる資質・能力として、重視されているか」

「高等学校教育でどの程度育まれているか」

「大学教育で育てる資質・能力として、重視されているか」

「大学教育でどの程度育まれているか」

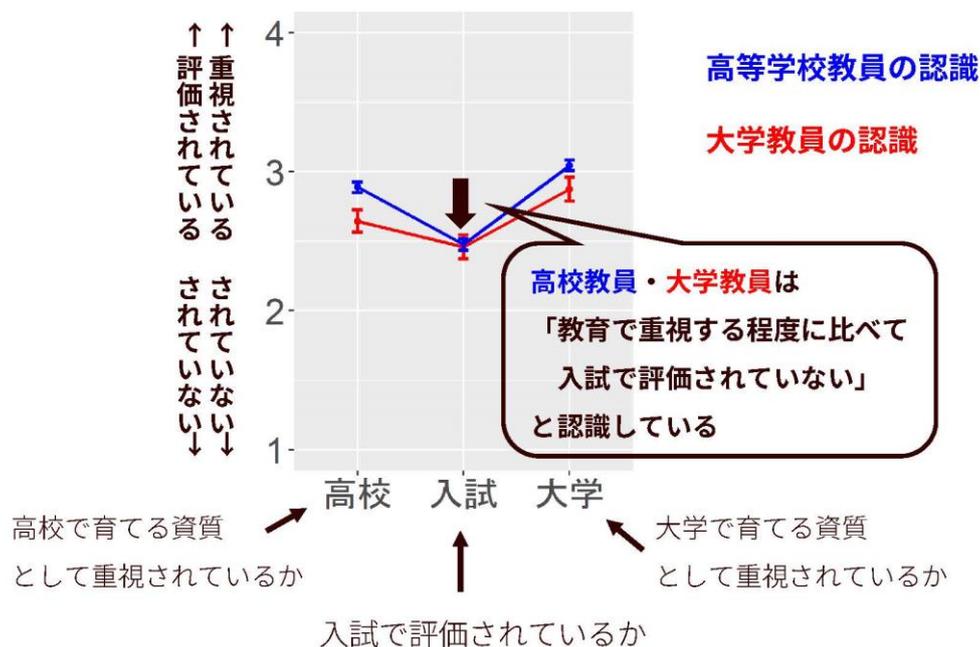
「大学入学者に求める資質・能力として、重視されているか」

「入学者選抜において評価されているか」

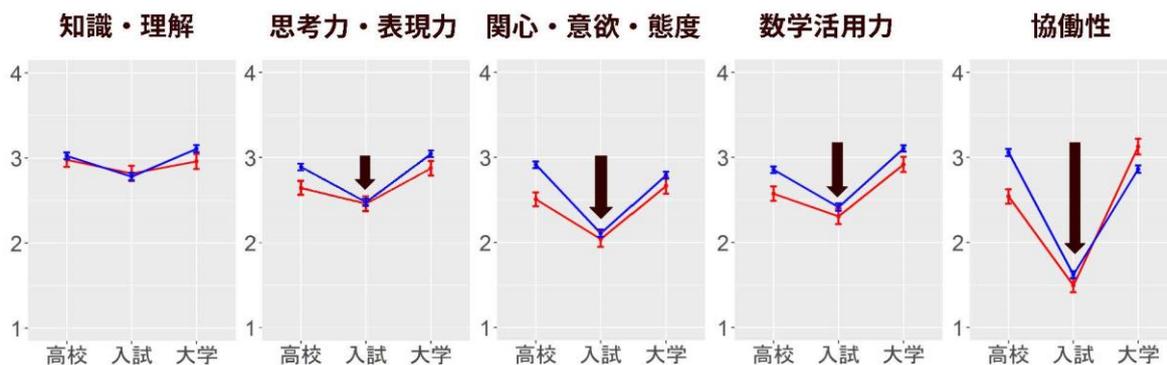
結果報告 (1)

「教育で重視している程度」と「入試が測定している程度」のズレ

結果の見方



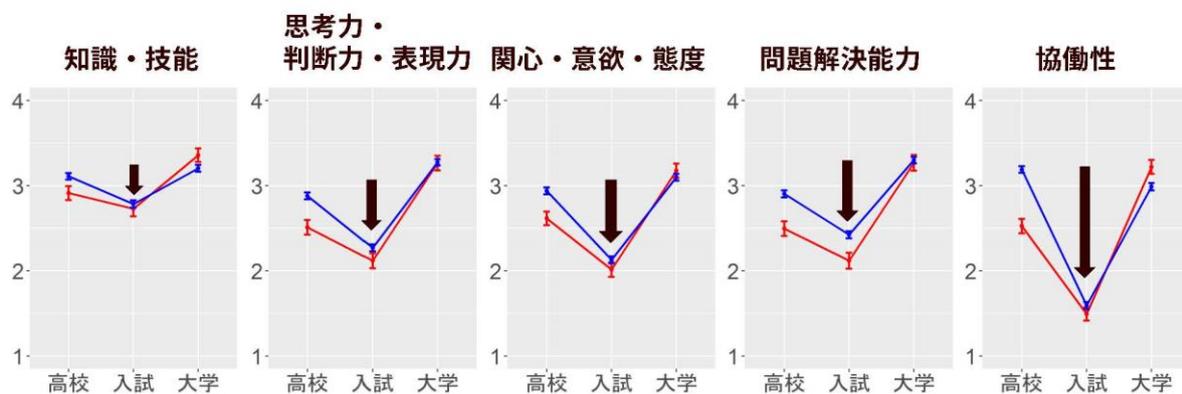
数学教員の認識



高等学校教員の認識; 大学教員の認識

- ✓知識・理解以外において「高等学校・大学教育で重視されているほどは評価されていない」と認識（特に高等学校教員で顕著）
- ✓入試に対する認識は、高等学校教員と大学教員間で一致
- ✓知識以外において、(高等学校教員の認識に比べ) 大学教員は高等学校教育において重視されていないと認識

理科教員の認識



高等学校教員の認識; 大学教員の認識

- ✓ 「高等学校・大学教育で重視されているほどは評価されていない」と認識
- ✓ 入試に対する認識は、高等学校教員と大学教員間でおおむね一致
(問題解決能力について、(高等学校教員の認識に比べ) 大学教員は評価されていないと認識)
- ✓ (高等学校教員の認識に比べ) 大学教員は高等学校教育において重視されていないと認識

結果報告 (2)

高大接続システム改革についての認識

聞いたことがある？読んだことがある？

「高大接続システム改革」という言葉を聞いたことがありますか

はい ・ いいえ

平成 28 年 3 月 31 日に公表された、高大接続システム改革会議「最終報告」
を読んだことがありますか

はい ・ いいえ

	読んだことがない	読んだことがある	計
聞いたことがない	529	0	529
聞いたことがある	1685	694	2379
計	2214	694	2908

調査概要

- 高大接続システム改革についての意見に同意できるかどうかを4段階評定

(1: 全く同意できない; 2: あまり同意できない; 3: ある程度同意できる; 4: 非常に同意できる)

1. どのような社会が実現されていくか予見できない、先行きの不透明な時代であるからこそ、学力の3要素の育成が重要である。

2. 大学入学者選抜は、本来の役割を超え、実態として高等学校教育以下の初等中等教育と大学教育とに大きな影響を与えている。

3. 現状の大学入学者選抜は、知識の暗記・再生や暗記した解法パターンの適用の評価に偏りがちである。

4. 複数の情報を統合し構造化して新しい考えをまとめる思考・判断の能力や、その過程を表現する能力をよりよく評価するためには、記述式問題が有効である。

5. 入学者選抜において記述式問題を導入することは、高等学校教育において、習得・活用・探究の学習過程における言語活動等の充実や生徒の能動的な学習をより重視した授業への改善を促す。

調査概要

- 高大接続システム改革についての意見に同意できるかどうかを4段階評定

(1: 全く同意できない, 2: あまり同意できない; 3: ある程度同意できる; 4: 非常に同意できる)

6. マーク形式で回答させる設問では、複数の情報を統合し構造化して新しい考えをまとめる思考・判断の能力の測定はできない。

7. 選抜性の高い国立大学で実施されている本格的な記述式の問題でさえ、高等学校教育において、言語活動や探究活動を促す力があるかどうかは疑わしい。

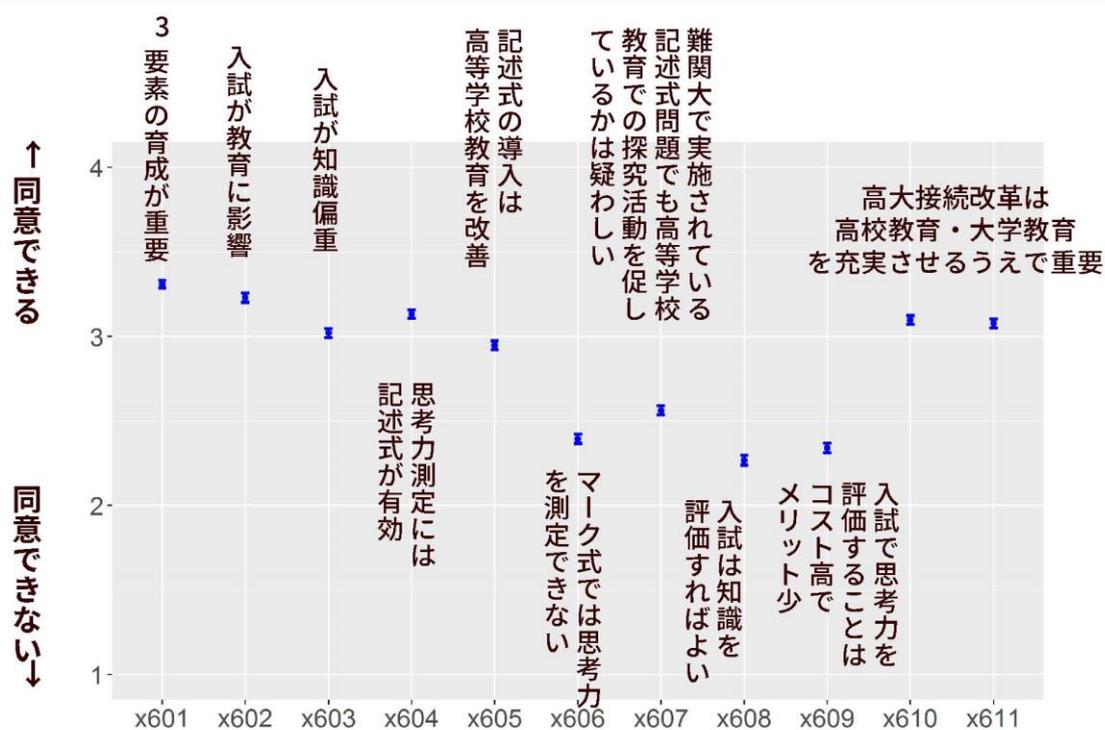
8. 大学入学者選抜においては、知識・技能を評価すれば十分である。

9. 大学入学者選抜において、思考力・判断力を評価することは実施コストを高めるばかりで、得られるものはさほどない。

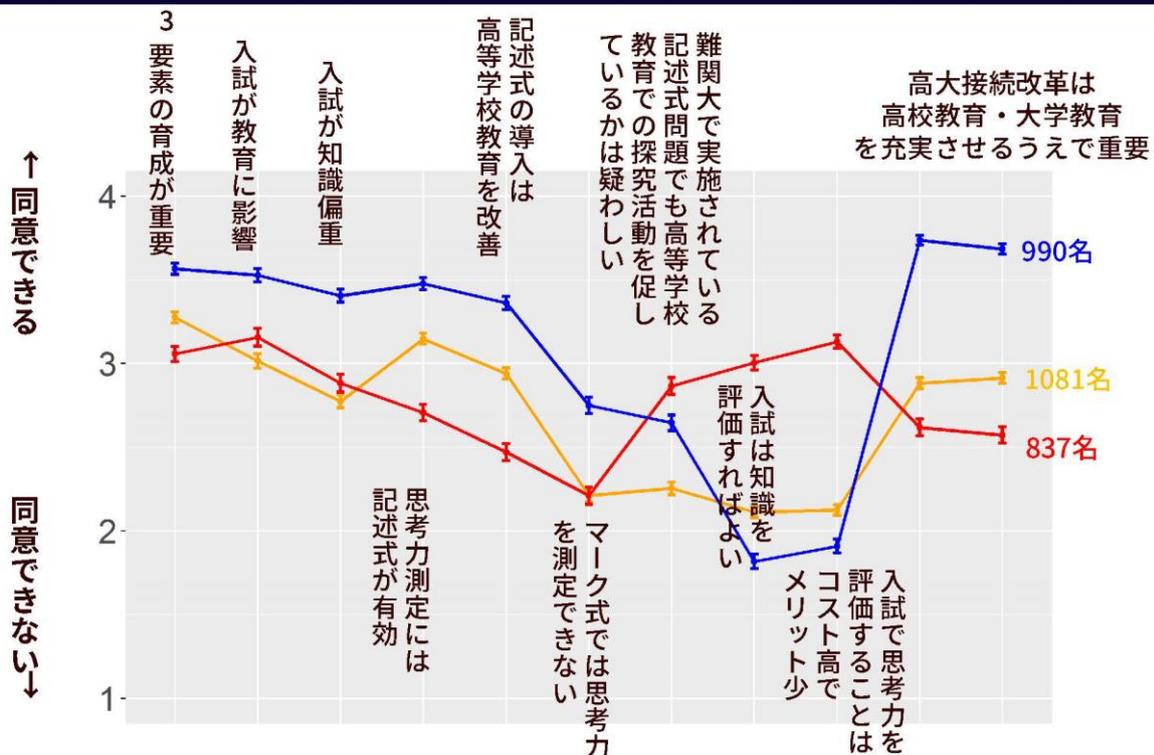
10. 大学入学者選抜を改革していくことは、高等学校教育を充実させていく上で、非常に重要なことである。

11. 大学入学者選抜を改革していくことは、大学教育を充実させていく上で、非常に重要なことである。

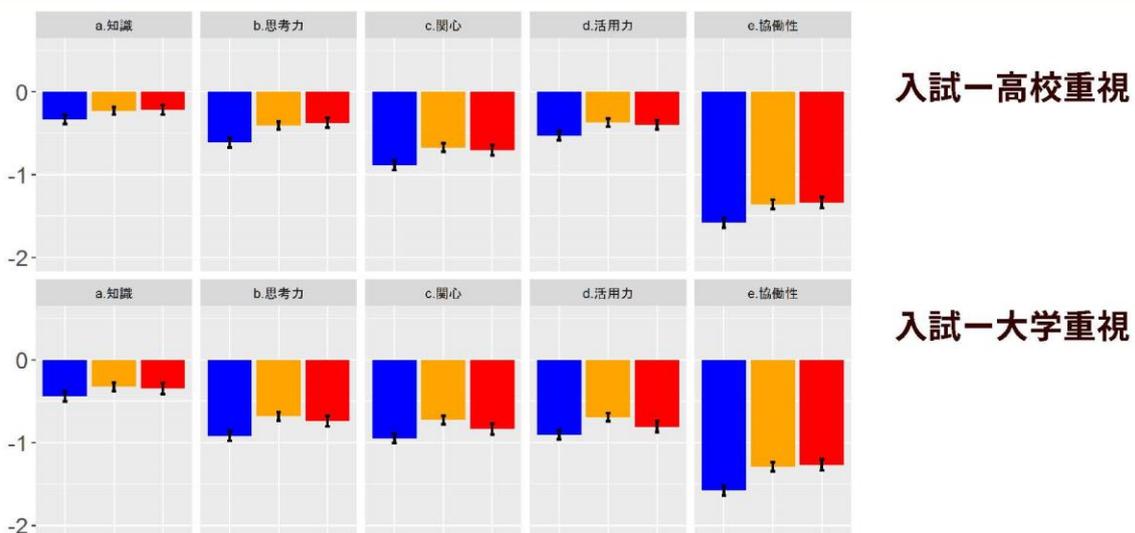
全体平均



認識は一枚岩ではない



ズレの認識と改革への認識の関係



高大接続改革に肯定的な認識を持つクラスは、
「高校・大学教育が重視するほどには入試が各能力を測定できていない」と認識している

(別添資料 2)

理科：広島大学・九州大学

次世代型
理科・理数融合
問題冊子

解答上の注意

- 1 指示があるまで、この問題冊子は開けないでください。
- 2 机の上には、筆記用具（鉛筆、シャープペンシル、消しゴム、時計（計算機のないもの））以外のものは置かないでください。
- 3 この問題冊子には、I ～ VI の6問があります。題ページは36ページです。
- 4 解答は、解答冊子に記入してください。
- 5 I ～ VIのうち2問を選択し、解答してください。VとVIは、必須問題です。
- 6 解答用紙の選択問題記入欄に、選択した問題の番号を記入してください。
- 7 配布した問題冊子は、持ち帰らないでください。

広島大学入学者選抜改革推進委員会 理数分科 2018
無断転載・複写・転用禁止

I 選択問題（物理領域）

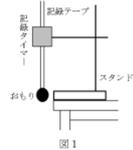
1. 物理基礎の授業で、40名の生徒が次のような実験を行った。実験結果・考察に関する下の問い(1)～(5)に答えなさい。

目的

物理の教科書には「空気の抵抗などがはたらかない理想的な状況では、物体が落下するときの重力加速度は物体の質量によらず約 $9.8 \text{ [m/s}^2\text{]}$ である。」と記載されている。このことを調べるために、質量の異なる物体を落下させ、物体が落下するときの加速度を測定し、考察する。

実験方法および実験装置

- [1] 落下物（おもりと記録テープを合わせた物体）の質量を測定する。
- [2] 図1の装置を設置する。
- [3] 静かに手を放して、落下物の落下運動を記録タイマーで記録する。記録タイマーは記録テープに 0.1 [s] 毎に打点を打つ。（図2）
- [4] 記録テープより平均の落下速度を計算し、平均の落下速度と時間のグラフ（ $v-t$ 図）を作成する。
- [5] $v-t$ 図の傾きから、落下加速度を求める。



(1) 図2は、実験手順 [3] で得られた記録テープの一例である。この記録テープに記録された落下物の運動について 0.1 [s] から 0.2 [s] における平均の落下速度を算出せよ。

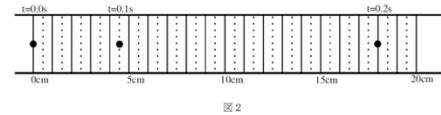
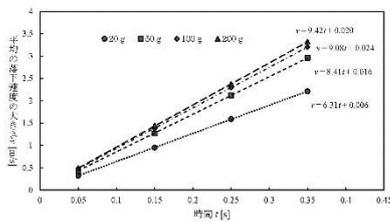


図2

(2) 図3は実験手順 [4] で得られた $v-t$ 図の一例である。図3が示すように、測定を行った時間の範囲内では、どの質量の実験においても、速さや時間の1次関数（直線）としてよく表現できている。このことから、落下物にはたらく力の合力の性質について述べたものとして、適切なものを次の①～④のうち一つ選択番号で答えなさい。

- ① 落下物の速さによらず、力の大きさは一定である。
- ② 落下物の速さに比例して、力の大きさは大きくなる。
- ③ 落下物の速さの乗に比例して、力の大きさは大きくなる。
- ④ 落下物の速さの平方根に比例して、力の大きさは大きくなる。



(図中の直線はデータ点からのずれが最も小さくなるように引いた直線である。)

図3

(3) 質量 20 g 、 50 g 、 100 g 、 200 g の落下物について、40人が得た落下加速度の平均値は次の表1のようにかった。表1の落下加速度の平均値はどの質量でも、教科書に記載されている重力加速度の値 $9.8 \text{ [m/s}^2\text{]}$ より小さな値となった。これは手を離した直後、落下物に空気抵抗のような落下運動妨げ方がはたらくいたためだと考えられる。このような力として、次のようなものが考えられるが、空気抵抗以外の力を答えよ。

落下物の質量 [g]	20	50	100	200
落下の加速度 $[\text{m/s}^2]$	6.3	8.4	9.1	9.4

(4) 表1の結果を縦軸に測定された落下加速度の平均値、横軸に落下物の質量または質量の逆数をとり、グラフで表したものが図4である。図4の右図からわかるように、落下物の測定された落下加速度の平均値と質量の逆数の関係は直線によく近似されている。このことから、落下物にはたらく重力以外の力の合力の大きさ F の性質について述べたものとして、適切なものを次の①～⑤のうち一つ選択番号で答えなさい。

- ① F は落下物の質量に比例して大きくなる。
- ② F は落下物の質量の逆数に比例して大きくなる。
- ③ F は落下物の質量に関係なく一定である。
- ④ F は落下物の速さに関係なく一定である。
- ⑤ F は落下物の速さに比例して大きくなる。

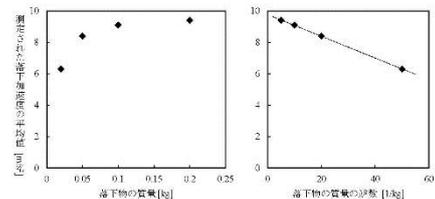


図4

- (5) 図4の右図において4つのデータ点の最も近くを通る直線の方程式が、傾軸を x 、縦軸を y として、 $y = ax + b$ (a, b は実数) で表されたとする。このとき、重力加速度 g [m/s^2] の大きさと直力以外の力 F [N] の大きさを a, b で表したときの組み合わせとして、適切ならぬを次の①～⑧のうちから一つ選び番号で答えなさい。

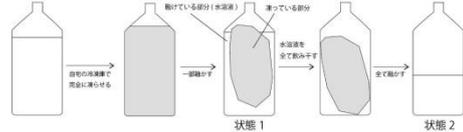
	g	F
①	a	b
②	a	$\frac{1}{b}$
③	a	$-b$
④	a	$-\frac{1}{b}$
⑤	b	a
⑥	b	$\frac{1}{a}$
⑦	b	$-a$
⑧	b	$-\frac{1}{a}$

8

II 選択問題 (化学領域)

1. 次の文を読み、11ページの別添資料を参考に下の問い(1)～(7)に答えなさい。
 高校1年生の京太郎くんは夏の部活動中、自宅で完全に凍らせておいたスポーツドリンクが少し融けたときに飲むと、凍らせる前よりも甘味が強くなっていることに気がついた。このことを先生に話すと、これを課題研究のテーマに設定してはどうかと提案され、水溶液の凝固について課題研究を行うことにした。

- 京太郎くんの観察結果
- ・甘味が強くなるのは少し融けたときに飲んだ場合であった。
 - ・凍っている部分が残っているときには飲まずに、全て融けてから飲んだ場合、甘みの強さは凍らせる前と同じであった。
 - ・一部融けた状態(状態1)で凍らせている部分を飲んでみると甘味は強かった。その時点での凍らせている部分(水溶液)をすべて飲み干した後、凍っている部分が全て融けてから(状態2)味を確認すると、甘味は弱かった。



- (1) 観察結果より、京太郎くんは次の仮説を立てた。
 仮説:「水溶液を冷却し、水溶液が凍っていく過程で、凍っている部分に溶質は含まれない」
 この仮説を確認するための実験操作として最も適切なものを、次の①～④のうちから一つ選び番号で答えなさい。
- ① 10%塩化ナトリウム水溶液の凝固点を調べる。
 - ② 10%塩化ナトリウム水溶液を冷却し水溶液中に固体が生成し始めたときから一定時間ごとに水溶液を取り出し、その水溶液の塩化ナトリウム濃度を調べる。
 - ③ 10%塩化ナトリウム水溶液を冷却し、水溶液中に固体が生成し始める温度を調べる。
 - ④ 10%塩化ナトリウム水溶液を冷却し、水溶液がすべて凝固する温度を測定する。

- 8 -

京太郎くんは(1)で立てた仮説を確認するための実験を行っている際に、水溶液の凝固点は純水の凝固点(0°C)よりも低くなることに気がついた。そこで、水溶液の濃度と凝固点との関係調べのため、次の【実験1】を行った。実験結果の表中の Δ [K] は凝固点降下度とよばれる値であり、水の凝固点0°Cと測定した水溶液の凝固点 T_f [°C] から、以下の式で求められる。

$$\Delta [\text{K}] = 0 - T_f [^\circ\text{C}]$$

【実験1】
 グルコースを水100gに溶解させ、凝固点を測定した。次の表は、溶かしたグルコースの質量 [g] と凝固点降下度 Δ [K] の関係を示している。

溶かしたグルコースの質量 [g]	2.00	4.00	6.00
Δ [K]	0.207	0.413	0.620

次に、京太郎くんは溶質の種類によって水の凝固点がどの程度低くなるのか、その影響を調べるため、以下の【実験2】、【実験3】を行った。

【実験2】
 尿素を水100gに溶解させ、凝固点を測定した。次の表は、溶かした尿素の質量 [g] と凝固点降下度 Δ [K] の関係を示している。

溶かした尿素の質量 [g]	2.00	4.00	6.00
Δ [K]	0.620	1.24	1.86

【実験3】
 塩化ナトリウムを水100gに溶解させ、凝固点を測定した。次の表は溶かした塩化ナトリウムの質量 [g] と凝固点降下度 Δ [K] の関係を示している。

溶かした塩化ナトリウムの質量 [g]	2.00	4.00	6.00
Δ [K]	1.28	2.56	3.84

- 9 -

- (2) 【実験1】の全ての結果を解答欄のグラフ用紙に「○」で点を打ちなさい。線はつなぐ必要はない。
- (3) 【実験2】の全ての結果を解答欄のグラフ用紙に「×」で点を打ちなさい。線はつなぐ必要はない。
- (4) 【実験1】、【実験2】の結果に基づき考察として適切でないものはどれか、下の①～⑤のうちから番号で答えなさい。ただし、複数ある場合はすべて答えなさい。
- ① 溶解させたグルコースの物質量和凝固点降下度は比例の関係にある。
 - ② 溶媒が水である場合、溶質1.00gあたりの凝固点降下度は溶質の種類には関係なく一定である。
 - ③ 水溶液の凝固点降下度は溶質の質量に比例する。
 - ④ 同じ質量で比較した場合、尿素の方がグルコースよりも凝固点を低下させる効果が入さい。
 - ⑤ 凝固点降下度は溶媒の種類に関係なく、溶質の種類と物質量によって決まる。
 - ⑥ 凝固点降下度は溶質の種類に関係なく、溶質の物質量によって決まる。
- (5) 【実験3】の全ての結果を解答欄のグラフ用紙に「△」で点を打ちなさい。線はつなぐ必要はない。
- (6) 【実験3】の結果に基づき考察を行った場合、【実験1】と【実験2】の結果に基づき考察とは矛盾する点がある。矛盾すると考えられる考察を(4)の①～⑥から選び番号で答えなさい。ただし、(4)で適切でないと選択したものを選ぶことはできない。また、複数ある場合はすべて答えなさい。
- (7) 【実験1】～【実験3】より、硝酸カリウム 3.48g を水100gに溶かしたときの凝固点降下度 Δ [K] を予想しなさい。ただし、答えは有効数字2桁で答えなさい。

10

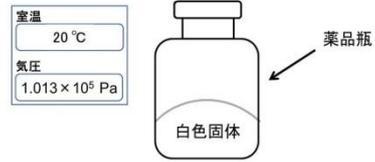
別添資料

表1 純物質の融点、モル質量

名称	化学式	1気圧で測定したときの融点 [°C]	モル質量 [g/mol]	水 100 g に対する溶解量 (20°C)
酸素	O ₂	-218.9	32	3.11 mL
ナトリウム	Na	99.9	23	—
マグネシウム	Mg	650	24	—
塩素	Cl ₂	-101.0	71	230 mL
カルシウム	Ca	851	80	—
ヨウ素	I ₂	113.7	254	0.029 g
水	H ₂ O	0	18	—
二酸化炭素	CO ₂	-78.5 (昇華点)	44	87.8 mL
塩化水素	HCl	-114.2	36.5	77.0 g
硫酸	H ₂ SO ₄	10.4	98	—
硝酸	HNO ₃	-41.3	63	—
水酸化ナトリウム	NaOH	318.4	59	109 g
水酸化マグネシウム	Mg(OH) ₂	加熱分解	58	0.09 g
水酸化カルシウム	Ca(OH) ₂	加熱分解	56	0.16 g
塩化ナトリウム	NaCl	800	58	35.8 g
塩化コバルト	CoCl ₂	735	130	52.9 g
硫酸ナトリウム	Na ₂ SO ₄	884	142	19.4 g
硫酸マグネシウム	MgSO ₄	1155	120	33.7 g
硫酸銅(II)	CuSO ₄	—	160	20.1 g
硝酸カリウム	KNO ₃	339	101	31.6 g
硝酸銀	AgNO ₃	208.5	170	215 g
炭酸カルシウム	CaCO ₃	加熱分解	100	0.091 g
炭酸水素ナトリウム	NaHCO ₃	加熱分解	84	9.55 g
ヨウ化マグネシウム	MgI ₂	加熱分解	278	140 g
グルコース	C ₆ H ₁₂ O ₆	146.5	180	—
尿素	CO(NH ₂) ₂	132	60	—

表1の融点等の値は「岩波理化学辞典増訂版(増訂第8刷)」、「化学便覧基礎編改訂4版」、「安全データシート(昭和化学株式会社)」等を参考にしている。なお、記載がなかったものは「—」としている。

2. 次の文章を読み、11ページの別添資料を参考に下の問い(1)~(3)に答えなさい。
先生と京子さんが薬品庫の薬品を整理しているとき、次の図のような薬品ラベルのはがれた薬品瓶を発見した。薬品瓶の中には、白色の固体が入っていた。



京子さんはその見た目から、「この白色固体は水酸化カルシウムではないか」と考え、先生に尋ねた。

京子：「先生、この試験瓶に入っているのは白色固体なので、水酸化カルシウムだと思います。」
先生：「白色粉末だけで水酸化カルシウムと決めることはできませんか。」
京子：「うーん。じゃあ水に溶かしてpHを測定し、塩基性であることを確かめます。」
先生：「塩基性の白色固体は水酸化ナトリウムなど、他にも考えられますね。物質を特定するためには複数の実験を行う必要があります。京子さん、この白色固体が水酸化カルシウムであることを確かめるための実験計画を立ててみてはいかがでしょうか。」
京子：「分かりました。やってみます！」

(1) 下線部(ア)について、京子さんは先生の助言をもとに実験計画を立て、想定される結果についてもまとめた。以下は、京子さんがまとめたレポートである。空欄①~④に当てはまる実験方法もしくは想定結果を答えなさい。

【実験1】水溶性を確かめる ⇨ 【想定結果1】 溶けにくい

【実験2】フェノールフタレイン溶液を ⇨ 【想定結果2】 (①)
加える

【実験3】炎色反応を確かめる ⇨ 【想定結果3】 (②)

【実験4】加熱する ⇨ 【想定結果4】 (③)

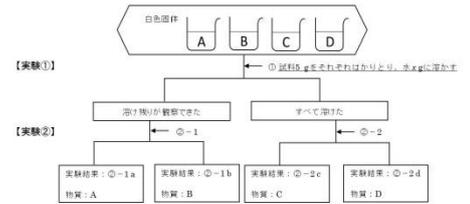
【実験5】 (④) ⇨ 【想定結果5】 炭酸カルシウムの白色沈殿が生成する

京子さんの実験計画

京子さんは先ほどの実験計画に従って実験を行ったところ、想定結果ではない結果になり、白色固体は水酸化カルシウムではないことが分かった。

京子：「先生、水酸化カルシウムではありませんでした。」
先生：「やはりそうでしたか。実は、①か②とその瓶の周辺には塩化ナトリウム・炭酸水素ナトリウム・水酸化マグネシウム・ヨウ化マグネシウムがあったようです。」
京子：「……」
先生：「この白色固体は、塩化ナトリウム・炭酸水素ナトリウム・水酸化マグネシウム・ヨウ化マグネシウムのいずれかであると考えられますので、このうちの一つを特定するための実験を考えましょう。」

(2) 下線部(イ)について、この白色固体が塩化ナトリウム・炭酸水素ナトリウム・水酸化マグネシウム・ヨウ化マグネシウムのいずれかであるとき、白色固体を特定する実験のフローチャートを下図のように考えた。ただし、白色固体は純物質であり、各実験では試料の一部を試験瓶から新しく取り出して用いている。また安全上、重複試験を避ける、球を確認するといった実験操作は出来ない。



(a) 実験①では、水溶性によって4種類の試料を2つのグループに分ける。試料 5g をそれぞれはかりとり水に溶かす場合、溶け残りが観察できるもの2つ(炭酸水素ナトリウムと水酸化マグネシウム)、すべて溶けるもの2つ(塩化ナトリウムとヨウ化マグネシウム)という結果を得るための水[g]の範囲を求めよ。ただし、数値は小数第2位を四捨五入し、小数第1位まで示せ。

(b) 実験②では、4種類の試料を一つずつに分類する。②-1と②-2にははまる実験方法及びその方法によって得られる実験結果②-1a、②-1b、②-2c、②-2dを答えよ。また、その実験結果によって特定される物質 A~D の化学式を答えよ。ただし、各実験方法は(1)で京子さんが考えた実験を含む方法は除くものとする。

フローチャートに従って実験したところ白色固体が塩化ナトリウムに該当することがわかった。

女子：「白色固体は塩化ナトリウムだと思われました。」

先生：「製品名を記載しておこうと思いますので、最後に『塩化ナトリウム』だと確認するための実験を考えてみましょう。」

- (3) 下着液(ウ)について、塩化ナトリウムであることを確認するための実験方法及びその方法によって得られる想定結果の例を2つ挙げなさい。ただし、本問については、(2)の実験③、実験④で用いた実験方法を踏くものとする。

III 選択問題 (生物領域)

1. 次の文章は、ヒトの腎臓の構造と働きについて述べたものである。これを読み、下の問(1)～(5)に答えなさい。

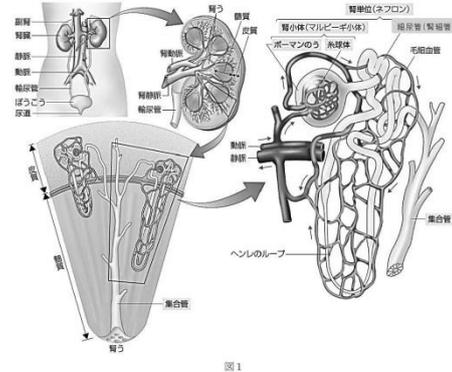


図1

図1に示すように、ヒトの体内には、腎臓が左右一対存在しています。成人の場合、1つの腎臓に、腎動脈と腎静脈の2つの太い血管と輸尿管がつながっており、腎臓で生成された尿は輸尿管を経て膀胱へ送られ、尿道から体外へ排出されます。

腎臓の主な働きは、尿の生成を通じた血液の浄化と体液の濃度調節です。この働きを担う構造として、左右それぞれの腎臓の内部には、ネフロン(腎単位)が約100万個存在しています。1つのネフロンは、腎臓の内部にある腎皮質と腎髄質を往來するように存在しています。そして、1つのネフロンは、腎小体と尿管から構成されています。腎小体は毛細血管が球状に集まった糸球体とそれを包み込んでいるボーマンのうで構成されています。尿管は、ボーマンのうに続く近位尿管からヘンレのループを経て、遠位尿管へと曲がった構造をしています。また、尿管の周囲には毛細血管が密着しています。遠位尿管は、集合管という太い管に接続しており、集合管は、腎うへとつながっています。

腎臓では腎動脈から入った血液が、動脈を経て、球状の毛細血管である糸球体へ送られます。ここで、血液の血しょう中に含まれる一部の物質は、糸球体からそれを包むボーマンのうへ送られます。これをろ過といいます。ろ過されてボーマンのう側へ送られた液体を原尿といい、原尿には、水、 Na^+ 、 Cl^- 、 K^+ などの塩類、 HCO_3^- 、 H^+ 、尿素、グルコース(ブドウ糖)、アミノ酸などが含まれます。ろ過されないタンパク質などの物質は糸球体から毛細血管を経て、静脈へ送られます。

図2に示すように、ろ過されてボーマンのう側へ送られた原尿は、再吸収と分泌という過程を経て、尿として排出されていきます。再吸収と分泌の過程は、以下の【1】～【4】の順に進んでいきます。

- 【1】原尿は、まず、近位尿管へ送られます。ここでは、原尿に含まれるほぼすべてのグルコース(ブドウ糖)などの栄養素が再吸収されるとともに、約80%の Na^+ 、 Cl^- などの塩類と水が再吸収されます。再吸収には、濃度差に応じて物質が移動する「受動的な」ものと、濃度差に逆らって多量のエネルギーを消費することによって物質を輸送する「能動的な」ものがあります。ここでの再吸収のしくみは、まず、栄養素と Na^+ が尿管管内から尿管の輸送上皮細胞に受動的に移動したのち、輸送上皮細胞から尿管管を設す組織液へと能動的に輸送されます。 Na^+ の移動に伴って Cl^- も移動し、水も受動的に組織液へと移動してきます。そして、栄養素と塩類、水は近接する毛細血管内へとさらに移動してきます。また、輸送上皮細胞から H^+ が尿管管内へ能動的に分泌されるのに伴って、 HCO_3^- が受動的に再吸収されます。

- 【2】次に、ヘンレのループでは、まず、下行脚で水が受動的に再吸収されます。また、上行脚では、 Na^+ 、 Cl^- 、 K^+ などの塩類が能動的に再吸収されます。
- 【3】さらに、遠位尿管管では、 Na^+ 、 Cl^- などが受動的に、水が受動的に再吸収されるとともに、 K^+ などが能動的に尿管管内へ分泌されます。また、輸送上皮細胞から H^+ が組織液内へ能動的に分泌されるのに伴って、アンモニア(NH_3)が尿管管内へ能動的に分泌されます。
- 【4】最後に、集合管では、水が受動的に再吸収されるとともに、 Na^+ 、 Cl^- などが受動的に再吸収されます。また、 K^+ 、 NH_3 などが分泌されます。こうして、ろ過によってこし出された原尿のうち、約99%の未処理成分でのグルコース(ブドウ糖)、アミノ酸などの栄養素、 Na^+ 、 Cl^- などの塩類が再吸収され、残りのわずかな水と尿素、アンモニアなどの老廃物が尿として排出されます。

【図1の付典】

・岩波監修はる監訳、『五訂版スウェーデン農畜医科学辞典』第一巻岩波、2017年、p.118。

【図2の出典】

・増田敦子編著、『身体のしくみとはらさき一巻しく学ぶ解剖生理』サイエンス社、2015年。

① <https://www.kango-roo.com/siv/view/1901>

【添削文の引用・参考文献】

・増田敦子編著、『身体のしくみとはらさき一巻しく学ぶ解剖生理』サイエンス社、2015年。

② <https://www.kango-roo.com/siv/view/1901>

・池内昌彦ほか監訳、『キャンベルの生物学(第7巻第9版)』丸山出版、2013年。

- (1) 図2に示す近位尿管管の輸送上皮細胞を観察したところ、細胞内部に他の組織の細胞と比べてある特徴がみられた。この特徴に関する説明文として最も適当なもの、次の①～④のうちから一つ並び番号で答えなさい。

- ① リソソームが多量に存在していた。
 ② 原形質流動がみられなかった。
 ③ ミトコンドリアが多量に存在していた。
 ④ 液柱が発達していた。

- (2) 下流部 (ア) について、ヘントのループの (1) 下行即で水が受動的に再吸収された場合、および (2) 上行即で能動的に再吸収された場合、細尿管内の尿原と組織液の濃度の関係を表すものの組み合わせとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選び番号で答えなさい。

	(1)	(2)
①	原尿 > 組織液	原尿 > 組織液
②	原尿 > 組織液	組織液 > 原尿
③	組織液 > 原尿	組織液 > 原尿
④	組織液 > 原尿	原尿 > 組織液

- (3) 下流部 (イ) の働きによって、ヒトの尿中にはわずかながら、細尿管の輸送上皮細胞で分泌されたアンモニア (NH₃) が含まれている。アンモニアが H⁺ (水素イオン) とともに、輸送上皮細胞で分泌される理由の説明として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選び番号で答えなさい。

- ① H⁺ (水素イオン) の分泌に必要なエネルギーを生じる際の副産物として分泌されていると考えられる。
 ② 輸送上皮細胞内の H⁺ (水素イオン) 濃度調節のために分泌されていると考えられる。
 ③ ヘントのループ下行即での、水の再吸収を促進するために分泌されていると考えられる。
 ④ 遠位細尿管での、塩水の再吸収を促進するために分泌されていると考えられる。

- (4) 糸球体から濾された原尿中および尿中における尿素の濃度をそれぞれ調べた結果、原尿中に含まれる尿素の約 29% が再吸収されていることがわかった。老齢動物である尿素がなぜ再吸収されるのか、図2をもとにして、その理由として考えられることを述べなさい。

- (5) 血液の血しょう中に含まれるグルコースが腎臓で尿中に排泄された場合、尿中に含まれるグルコースを尿糖といい、糖尿病の診断においては尿糖の検査が行われる。

図3は、血しょう中に含まれるグルコースの濃度 [mg/100ml] に対する、糸球体でのグルコースのろ過速度 [mg/分]、尿中のグルコース排泄速度 [mg/分]、細尿管でのグルコースの再吸収速度 [mg/分] をそれぞれ表している。図3のグラフをもとに、どのようにして尿中にグルコースが排泄されるか、尿糖が生じるのかを具体的に説明しなさい。

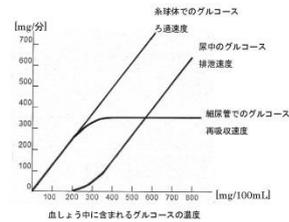


図3

【図3の出自】
 患者方UPD「糖尿病疾患」© 2008-2016 Double-Cradle,JP
<http://www.double-cradle.jp/diabetes-mellitus-knowledge/signs-and-symptoms/sugar-in-urine.html>

IV 選択問題 (地学領域)

1. 次の文を読み、下の問い(1)～(6)に答えなさい。

友人と話をしているときに「晴れた昼間は洗濯物がよく乾くね」という話題になった。しかし、太陽の光が当たらなくても洗濯物は乾く。そこで、洗濯物が乾くことは日光以外の要因があるのではないかと考え、乾き方には「湿度」が関係しているという仮説を立てて、研究を行うことにした。まず、よく晴れた日に太陽の光が当たらない日陰で洗濯物が乾くようすを調べるために、次の実験を行った。



実験の手順

- [1] 木綿のタオルハンカチを10枚用意し、それぞれに番号を付ける。
 [2] [1]のタオルハンカチを洗面器に入れた水にひたし、脱水機にかけた後にそれぞれの質量(干す前の質量)を測定する。
 [3] [2]で質量を測定したタオルハンカチを、上の写真のように、直射日光の当たらない場所に並べて干す。
 [4] 3時間後に、再びそれぞれのタオルハンカチの質量(干した後の質量)を測定する。
 [5] [1]～[4]の実験を、8時からと18時からの2回おこなって、蒸発した水の量を比較する。

なお、実験開始の時刻を8時からと18時からに決めたのは、よく晴れた日の湿度を調べたら、この付近では8時頃と18時頃の湿度が同じ値になる日が多いという特徴を見つけたからである。

<結果> 実験結果は、次の表ようになった。

表 干した時刻のちがいがよる、蒸発した水の量のちがいを (単位はg)		布の番号					平均
		1	2	3	...	10	
8時～11時に干したとき	干す前の質量	32.4	48.5	49.9	...	52.3	52.7
	干した後の質量	32.2	29.9	30.8	...	31.2	33.1
	蒸発した水の量	20.2	18.7	19.1	...	21.1	19.7
18時～21時に干したとき	干す前の質量	56.7	51.6	45.9	...	49.0	51.4
	干した後の質量	39.9	36.6	32.0	...	33.1	36.2
	蒸発した水の量	16.8	15.0	13.9	...	15.9	15.3

また、次の図1と図2は、実験を行った日に百葉箱で記録された気温と湿度のデータである。図3は、飽和水蒸気量のグラフである。この研究に関して、下の(1)～(6)の問いに答えなさい。

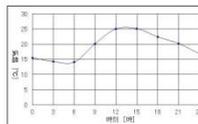


図1 気温の変化

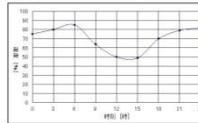


図2 湿度の変化

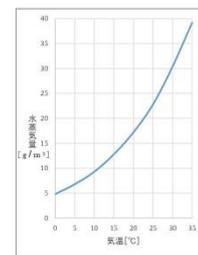


図3 各気温における飽和水蒸気量

- (1) 湿度の測定には乾湿計を用いる。自分で湿度を測定するために、乾湿計を自作しようと考えた。乾湿計を自作するときに必要なものを、次の①～⑥のうちから三つ選び番号で答えなさい。

- ① 2本の温度計
 ② ガーゼ
 ③ 金製のコップ
 ④ エタノールとエタノールを入れる容器
 ⑤ 水と水を入れる容器
 ⑥ 水と水を入れる容器

- (2) 洗濯物の乾きかたを、温度や湿度の変化から考えるために、この日の12時の気温(25℃)と湿度(50%)をもとにして、露点の値を求めることとした。まず、12時の露点を求める方法について、解答用紙の飽和水蒸気量のグラフに、線や点、矢印などを用いて説明を記入しなさい。また、露点の値を、最も近い整数で答えなさい。

- (3) 洗濯物の乾き方の違いは、「湿度が同じ」条件で比較してみるとよいのではないかと考えた。図2では、実験を行った日も8時と18時の湿度が70%で、同じになっている。しかし、8時と18時を比較すると、18時の方が水の蒸発が速いと考えた。あなたはその意見に賛成ですか。反対ですか。理由も含めて、あなたの考えが最も近いものを、次の①～⑤のうちから一つの並び番号で答えなさい。

- ① 反対。湿度が同じなので、水の蒸発の速さは同じ。
- ② 反対。湿度は同じでも8時の方が、気温が低く飽和水蒸気量が小さいので、水の蒸発が速い。
- ③ 反対。湿度は同じでも18時の方が、気温が低く飽和水蒸気量が大きいので、水の蒸発が速い。
- ④ 賛成。湿度は同じでも18時の方が、気温が高く飽和水蒸気量が小さいので、水の蒸発が速い。
- ⑤ 賛成。湿度は同じでも18時の方が、気温が高く飽和水蒸気量が大きいので、水の蒸発が速い。

- (4) 実験の結果を見ると、8時～11時に干した方が18時～21時に干したときより、蒸発した水の量が多いことが分かった。私はこの実験結果が、上記の(3)で考えたことと一致すると矛盾しているように感じて、実験結果を説明する理由を考えた。実験結果を説明する理由として、最も適切なものを、次の①～⑤のうちから一つの並び番号で答えなさい。

- ① 8時の時点では18時よりも気温が高かったが、その後の3時間のあいだに湿度が低下したから。
- ② 8時の時点では18時よりも気温が高かったが、その後の3時間のあいだに湿度が低下したから。
- ③ 8時の時点では18時よりも気温が低かったが、その後の3時間のあいだに湿度が上昇したから。
- ④ 8時の時点では18時よりも気温が低かったが、その後の3時間のあいだに湿度が上昇したから。

- (5) 洗濯物の乾き方に関する日以外の要因は、湿度のほかにもあるのではないかと考えて、さらに実験をしてみようと思います。洗濯物の乾き方に関する「要因」を調べると最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つの並び番号で答えなさい。

- ① 洗濯物にあたる風のようなを変えて、干してあるタオルハンカチに扇風機の風があたる場合とあたる場合、蒸発した水の量を比較する。
- ② 洗濯物の大きさを変えて、同じ素材のタオルハンカチとバスタオルで、蒸発した水の量を比較する。
- ③ 洗濯物が含む水の量を変えて、タオルハンカチを手で軽くしぼった場合と脱水機でしぼった場合で、蒸発した水の量を比較する。
- ④ 洗濯物の乾きの材質を変えて、もめん100%の素材とポリエステル100%の素材で、蒸発した水の量を比較する。

- (6) この実験では、洗濯物の乾き方には「湿度」が関係しているという仮説を立てて実験を進めた。実験の結果は、まともにおこなった。実験のまとめとして「調りを含むもの」を、次の①～⑤のうちから一つの並び番号で答えなさい。

- ① よく晴れた日の昼間は、気温が高くなるが湿度が低くなるので、気温が低くなる夜間よりもタオルハンカチはよく乾く。
- ② よく晴れた日の気温は午後2時頃に最も高く、湿度はその頃最も低くなるので、この頃にタオルハンカチを乾かしていると、1日の中で最も早く乾く。
- ③ くもり日は、気温の変化が少ないので湿度の変化も少なく、湿度の値が安定しているので、よく晴れた日と比べてタオルハンカチがよく乾く。
- ④ 雨が降り続けているときは湿度が高い状態が続くので洗濯物は乾きにくいが、乾かされた室内や、エアコンで除湿された室内であれば、タオルハンカチを乾かすことができる。

V 必須問題 (理数融合領域①)

1. 次の文章を読み、下の問い(1)～(4)に答えなさい。

金属の結晶には、図1のように、立方体の各頂点および各面の中心に原子が配置され、それらが連なっているような構造になっているものがある。このような構造を面心立方格子という。

ここでは、図2のように、それぞれの原子を球と見なして、球が面心立方格子の構造に配置され、お互いが隣接するようなモデルを考える。

さらに、外側に置かれた球が各面に内接するような立方体を考える。この立方体を「一辺が2個の面心立方格子の立方体」とよぶことにする。なお、「面心立方格子の立方体」は、球(原子)のみできている。立方体内部のすき間には物質は存在しないものとする。

このとき、球の半径を a [cm]、立方体の辺に沿って配置される球の中心間の距離を d [cm] とすると、直角二等辺三角形の辺の比より $d = 2\sqrt{2}a$ であることがわかる。

次に、図3のように、半径 a [cm] の球を面心立方格子となるように配置して、「一辺が3個の面心立方格子の立方体」を考える。この立方体の一辺の長さは、 $2a + 2d = (2 + 4\sqrt{2})a$ [cm] となる。

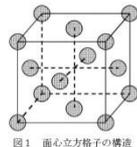


図1 面心立方格子の構造

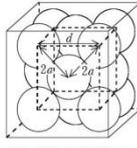


図2 面心立方格子のモデル (一辺が2個の面心立方格子の立方体)

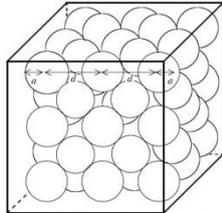


図3 一辺が3個の面心立方格子の立方体

- (1) 「面心立方格子の立方体」の中にある球の個数を調べるために、図4のように、底面から見て同じ高さにある球をひとまとめでして、別の高さの球とは切り離して区分けした「層」を考えることにする。

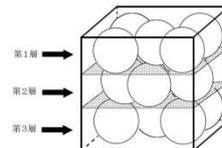


図4 層別に分けた面心立方格子の立方体

図4からわかるように、「一辺が2個の面心立方格子の立方体」を層に分けたとき、第1層にある球は5個であり、第2層にある球は4個である。次の文中の空欄(ア)～(イ)に当てはまる数を答えなさい。

「一辺が3個の面心立方格子の立方体」を層に分けたとき、第1層にある球は(ア)個であり、第2層にある球は(イ)個である。したがって、「一辺が3個の面心立方格子の立方体」に含まれる球の個数は、全部で(ウ)個である。

- (2) 「一辺が5個の面心立方格子の立方体」を考える。次の文中の空欄(エ)～(イ)に当てはまる数を答えなさい。なお、(キ)～(ク)に当てはまる数は、有効数字2桁の近似値で答えなさい。

この立方体を層に分けたとき、第1層にある球は(エ)個であり、第2層にある球の個数は(オ)個である。したがって、「一辺が5個の面心立方格子の立方体」に含まれる球の個数は全部で(カ)個である。

ここで、球の半径が1.2 [cm]、球1個の重さが45 [g]であるとすると、「一辺が5個の面心立方格子の立方体」の一辺の長さは(キ) [cm]であるから、この立方体の密度は(ク) [g/cm³]である。

- (3) X線を用いると、結晶の構造を調べることができる。この方法を用いてある金属の結晶の構造を調べたところ、結晶は面心立方格子でできており、立方体の辺に沿って配列される隣り合った原子の中心間の距離は 3.6×10^{-8} [cm] であった。次の文中の空欄〔ア〕に当てはまる数を、 1.2×10^3 のように、整数部分が1桁の小数と、10の累乗の積の形で表し、有効数字2桁の近似値で答えなさい。

この金属の結晶で、一辺が 9.0 [cm] の立方体を考えるとき、この立方体は「一辺が〔ア〕[nm] の面心立方格子の立方体」といえる。

- (4) 次の文中の空欄〔ア〕に当てはまる数を有効数字2桁の近似値で答えなさい。さらに、〔ア〕に当てはまる最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選び番号で答えなさい。

【面心立方格子の構造をもつ主な金属の原子量】
アルミニウム 27.0 ニッケル 58.7 銅 63.5 銀 107.9 金 197.0 鉛 207.2

化学では、原子 6.0×10^{23} 個分の質量 [g] を、その原子の原子量という。この金属の結晶の密度が 9.0 [g/cm³] であるとするとき、上で述べた、一辺が 9.0 [cm] の立方体の金属の結晶に含まれている原子の個数から、この金属の原子量は〔ア〕である。

したがって、【面心立方格子の構造をもつ主な金属の原子量】の値から、この金属は〔ア〕であると推測される。

- ①アルミニウム ②ニッケル ③銅 ④銀 ⑤金 ⑥鉛

VI 必須問題 (理数融合領域②)

1. 次の文章を読み、下の問いに答えなさい。

主要な結晶性合金系材料 (MHC 材料) は、種別表面に発見されているカンバク質であり、多鎖性に着目、免疫系における自己と非自己の識別に利用されている。実験用のマウスでは、MHC 抗原が大半結合したマウスが移植等の実験に用いられている。

MHC 抗原が a (a×a) 系統のマウスと b (b×b) 系統のマウスを交配した F₁ (雑種第一代) は、a 系統および b 系統の MHC 抗原を表現する a×b 系統になる (図 1)。この F₁ マウスに親のマウスの組織を移植すると、F₁ マウスは移植片を拒絶せず、移植片は生着する。一方、F₁ マウスの組織を親に移植すると、親は移植片を拒絶する。これは、F₁ マウスでは、a 系統および b 系統の MHC 抗原がそれぞれ自己と認識されるが、親マウスでは、a 系統、もしくは b 系統の MHC 抗原のいずれかのみが自己と認識されるからである。



図 1 親マウスと F₁ マウスの MHC 抗原の関係

- (1) F₁ マウス同士を交配した F₂ マウス (雑種第二代) の組織を移植する場合、移植片が生着する確率は、〔ア〕である。〔ア〕、〔イ〕に当てはまる数を入れなさい。なお、解答する場合は、それ以上約分できない形で答えなさい。

〔ア〕
〔イ〕

- (2) マウス X、マウス Y、マウス Z は、MHC 抗原の遺伝子型がそれぞれ異なり、a×a 系統、b×b 系統、c×c 系統、a×b 系統、b×c 系統、a×c 系統のいずれかのマウスとする。次の 3 つの条件をすべて満たすマウス X、マウス Y、マウス Z の MHC 抗原の遺伝子型を下の表 1 の①～⑥の中から選び、番号で答えなさい。

- 条件 1 a 系統のマウスの組織をマウス X に移植すると、移植片が生着しない。
条件 2 マウス Y の組織をマウス X に移植すると、移植片が生着する。
条件 3 マウス Y とマウス Z を交配した F₁ マウスに、マウス X の組織を移植すると、前半のマウスで移植片が生着する。

表 1 マウス X、マウス Y、マウス Z の MHC 抗原の遺伝子型

番号	マウス X	マウス Y	マウス Z
①	a×b	a×a	a×c
②	a×b	b×b	a×c
③	b×c	b×b	a×a
④	b×c	b×b	c×c
⑤	b×c	b×b	a×b
⑥	b×c	b×b	a×c
⑦	b×c	c×c	a×b
⑧	b×c	c×c	a×c
⑨	b×b	b×c	c×c
⑩	c×c	b×c	b×b

- (3) 臓器移植における拒絶反応を抑制する薬剤の一つとして、カドから抽出されたシクロスポリン (C₄₁H₆₉N₁₁O₄) という物質が使用されている。体重 60 kg の患者に、シクロスポリン 7 [mg/kg] を投与する場合に必要なシクロスポリンの物質量 [mol] を求めなさい。ただし、原子量を H 1.0、C 12、N 14、O 16 とし、有効数字三桁を四捨五入し、有効数字二桁で答えなさい。計算過程も示しなさい。

- (4) マウスを用いて皮膚移植の実験を行った。移植した皮膚の形は図 2 に示した四角形であった。この移植片は、マウスの体表面積の何パーセントに相当するか、有効数字 8 桁を四捨五入し有効数字 2 桁で答えなさい。ただし、マウスの体表面積を 70 cm² とし、必要に応じて、 $\sqrt{2}=1.41$ 、 $\sqrt{3}=1.73$ 、 $\sqrt{5}=2.24$ 、 $\sqrt{6}=2.45$ 、 $\sqrt{7}=2.65$ を用いなさい。次の〔ア〕～〔イ〕に当てはまる数を答えなさい。なお、分数形で解答する場合は、それ以上約分できない形で答えなさい。

図 2 の三角形 ABC において、1.6 cm と 1.4 cm に挟まれた角を θ とすると、

余弦定理より、 $\cos \theta = \frac{〔ア〕}{〔イ〕}$

$\sin \theta > 0$ であるから、 $\sin \theta = \frac{〔ア〕}{〔イ〕}$

移植した皮膚の面積を S [cm²] とすると、 $S = \frac{〔ア〕 \cdot 〔イ〕}{〔イ〕}$

よって、マウスの体表面積に対する移植片の割合は、 $\frac{〔ア〕 \cdot 〔イ〕}{〔イ〕}$ % である。

2. 次の文章を読み、下の問いに答えなさい。

MHC 抗原の異なるマウスを用いて皮膚移植の実験を行った。a 系統マウス (10 匹) の皮膚片 (1.0 cm × 2.0 cm) を b 系統マウス (10 匹) にそれぞれ移植した後、皮膚片の求態を観察し、皮膚片が脱落し始めた日 (開始日) と皮膚片が完全に脱落した日 (終了日) を記録した (1 回目の移植)。さらに、b 系統マウスに移植した皮膚片が脱落した直後、1 回目の移植に用いた同一の a 系統マウスから採取した皮膚片を b 系統マウスに再度移植し、皮膚片の求態を観察し、皮膚片が脱落し始めた日と皮膚片が完全に脱落した日を記録した (2 回目の移植)。これらの実験結果をまとめたのが表 2 である。

表 2 皮膚片の移植経緯と拒絶反応

開始日	1 回目の移植		2 回目の移植		中間値 (日)*
	終了日	中間値 (日)*	開始日	終了日	
7	10	8.5	4	8	6.0
9	12	10.5	5	8	6.5
6	10	8.0	4	7	5.5
6	10	8.0	4	7	5.5
8	11	9.5	5	8	6.5
7	11	9.0	5	7	5.0
8	10	9.0	5	8	6.5
6	9	7.5	4	7	5.5
7	11	9.0	5	7	5.0
8	11	9.5	5	8	6.5

* 中間値 (日) は、開始日と終了日の中間の日を示している。
データは、御中 誠一郎 岡山理科大学誌 第 3(5), 455-458 (1989-1970) より抜粋した。

- 箱ひげ図とは、あるデータの最大値を M、最小値を m、第 1 四分位数を Q₁、中央値を Q₂、第 3 四分位数を Q₃ とすると、これらの 5 つの値に対しての図を図 3。

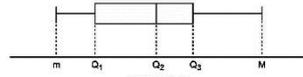


図 3 箱ひげ図

(1) 1回目の移植と2回目の移植における中間値(日)に相当する箱ひし図を、次の図4のA~Fの中から選び、その適切な組合せを下の①~⑥のうちから一つ選び番号で答えなさい。

図4 1回目の移植と2回目の移植の中間値(日)の箱ひし図

番号	1回目の移植	2回目の移植
①	A	D
②	A	E
③	A	F
④	B	D
⑤	B	E
⑥	B	F
⑦	C	D
⑧	C	E
⑨	C	F

【参考文献】
 橋本 誠一郎「同種皮膚移植の実験的研究、とくに移植皮膚片に対する物理的ならびに生物学的全電界が起す反応におよぼす影響について」岡山医学会雑誌 Vol. 81, No. 5-6, pp. 454-455 (1969-1970)

次世代型
理科・理数融合
解答冊子

	大学
	学部
	学科・コース
【学生番号】	【氏名】

問題の選択番号
 I ~ IV より2問選択

©大学入学者選抜改革推進委員会 理数分可 2018

I 選択問題 (物理領域) 解答用紙

1.

(1)	(2)
(3)	
(4)	(5)

- 2 -

II 選択問題 (化学領域) 解答用紙

1.

(1)	(2) 下のグラフ用紙に○で 解答しなさい	(3) 下のグラフ用紙に×で 解答しなさい	(4)
(5) 下のグラフ用紙に△で 解答しなさい		(7) K	

溶質の物質量 n と凝固点降下度 Δt の関係

- 3 -

2.

(1)	①		
	②		
	③		
	④		
(2)	(a)	$< x \ \rightleftharpoons$	
		実験方法 ②-1	
		実験結果 ②-1a	物質 A
		実験結果 ②-1b	物質 B
	(b)	実験方法 ②-2	
		実験結果 ②-2c	物質 C
	実験結果 ②-2d	物質 D	

- 4 -

(3)	1 つ 目	実験方法
		想定結果
(3)	2 つ 目	実験方法
		想定結果

- 5 -

III 選択問題（生物領域） 解答用紙

1.

(1)	(2)	(3)
(4)		
(5)		

- 6 -

IV 選択問題（地学領域） 解答用紙

1.

(1)	(2)	
	<p style="text-align: center;">露点の値： _____ °C</p>	
(3)	(4)	(5)
(6)		

- 7 -

V 必須問題（理数融合領域①） 解答用紙

1.

(1)(ア)	(イ)	(ウ)
(2)(エ)	(オ)	(カ)
(2)(キ)	(ク)	
(3)(ケ)	(4)(コ)	(サ)

VI 必須問題（理数融合領域②） 解答用紙

1.

(1)(ア)	(イ)	(2)	
(3)	計算過程 mol		
(4)(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
(4)(オ)	(カ)	(キ)	(ク)
(4)(ケ)	(コ)	(サ)	
(4)(シ)	(ス)		

2.

(1)

試験実施後のアンケート

- ・次からのページでは、解答していただいた4つの問題それぞれについて、あなたの印象をお伺いします。
- ・得られた回答は統計的に処理し、全体的な傾向を把握するために使用します。
- ・あなた自身の回答を取り上げたりすることは絶対にありません。回答内容が成績や評価に影響することも絶対にありません。
- ・回答に正解・不正解といった基準はありませんので、あなたのご意見を率直にお答えください。
- ・回答は任意ですので、答えたくない項目にはお答えいただかなくてかまいません。

ご協力をよろしくお願いいたします

問題 I~IV は選択問題で、そのうち2問に解答いただきました。
1つ日に選択・解答した問題の番号を記入し、その問題について、次のページのアンケートにお答えください。

選択した問題番号 []

領域 (その問題の領域にチェックを入れてください)

- 物理領域
- 化学領域
- 生物領域
- 地学領域

この問題について、あなたの考えをお聞かせください。

	簡単 でした	簡単 でした	普通 でした	普通 でした	難 しかったです	難 しかったです
1. この問題は難しかったですか、易しかったですか・・・	1	2	3	4	5	

以下の質問について、あなたの考えにあてはまる数字に丸印をつけてください。

	あまり 思わ ない	あまり 思わ ない	普通 です	普通 です	思 います	思 います
1. この問題は、これまでに覚えた知識や解法のパターンで十分に解答できる・・・	1	2	3	4	5	
2. この問題は、高等学校で学んだ内容や身につけた能力で十分に解答できる・・・	1	2	3	4	5	
3. この問題を解くために必要な能力はセンター試験で求められるものとは違うと思う・・・	1	2	3	4	5	
4. この問題を解くために必要な能力は大学の個別入試で求められるものとは違うと思う・・・	1	2	3	4	5	

次のページにすすんでください

問題Ⅰ～Ⅳは選択問題で、そのうち2問に解答いただきました。
2つ目に選択・解答した問題の番号を記入し、その問題について、
次のページのアンケートにお答えください。

選択した問題番号 []

領域 (その問題の領域にチェックを入れてください)

- 物理領域
- 化学領域
- 生物領域
- 地学領域

この問題について、あなたの考えをお聞かせください。

	簡単 でした	簡単 でした	普通 でした	普通 でした	難 しかったです	難 しかったです
1. この問題は難しかったですか、易しかったですか・・・	1	2	3	4	5	

以下の質問について、あなたの考えにあてはまる数字に丸印をつけてください。

	あまり 思わ ない	あまり 思わ ない	普通 です	普通 です	思 います	思 います
1. この問題は、これまでに覚えた知識や解法のパターンで十分に解答できる・・・	1	2	3	4	5	
2. この問題は、高等学校で学んだ内容や身につけた能力で十分に解答できる・・・	1	2	3	4	5	
3. この問題を解くために必要な能力はセンター試験で求められるものとは違うと思う・・・	1	2	3	4	5	
4. この問題を解くために必要な能力は大学の個別入試で求められるものとは違うと思う・・・	1	2	3	4	5	

次のページにすすんでください

問題Ⅴ 理数融合領域①について、
次のページのアンケートにお答えください。

この問題について、あなたの考えをお聞かせください。

- | | | | | | |
|------------------------------|-----------|-----------|---------------|-------------|-------------|
| | 簡単
でした | 普通
でした | やや
難しかったです | 難
しかったです | 難
しかったです |
| 1. この問題は難しかったですか、易しかったですか・・・ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

以下の質問について、あなたの考えにあてはまる数字に丸印をつけてください。

- | | | | | | |
|--|----------------|-----------------------|----------------|----------------|----------------|
| | その
思わ
ない | あまり
その
思わ
ない | その
思わ
ない | その
思わ
ない | その
思わ
ない |
| 1. この問題は、これまでに覚えた知識や解法のパターンで十分に解答できる・・・ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 2. この問題は、高等学校で学んだ内容や身につけた能力で十分に解答できる・・・ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 3. この問題を解くために必要な能力はセンター試験で求められるものとは違うと思う・・・ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 4. この問題を解くために必要な能力は大学の個別入試で求められるものとは違うと思う・・・ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

次のページにすすんでください

問題 VI 理数融合領域②について、
次のページのアンケートにお答えください。

この問題について、あなたの考えをお聞かせください。

- | | | | | | |
|------------------------------|-----------|-----------|---------------|-------------|-------------|
| | 簡単
でした | 普通
でした | やや
難しかったです | 難
しかったです | 難
しかったです |
| 1. この問題は難しかったですか、易しかったですか・・・ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

以下の質問について、あなたの考えにあてはまる数字に丸印をつけてください。

- | | | | | | |
|--|----------------|-----------------------|----------------|----------------|----------------|
| | その
思わ
ない | あまり
その
思わ
ない | その
思わ
ない | その
思わ
ない | その
思わ
ない |
| 1. この問題は、これまでに覚えた知識や解法のパターンで十分に解答できる・・・ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 2. この問題は、高等学校で学んだ内容や身につけた能力で十分に解答できる・・・ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 3. この問題を解くために必要な能力はセンター試験で求められるものとは違うと思う・・・ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 4. この問題を解くために必要な能力は大学の個別入試で求められるものとは違うと思う・・・ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

次のページにすすんでください

次のページでは、
今回解答いただいた4つの問題すべてに関して、
あなたのお考えをお伺いします。

今回解答した問題全体を通して、あなたのお考えを伺います。
 今回解答した問題を解くためには、以下の事柄ほどの程度重要だと思いますか。
 あなたの考えにあてはまる数字に丸印をつけてください。

	全くあてはまらない	あまりあてはまらない	ある程度あてはまる	非常にあてはまる
1. 問題の解き方を見ておくこと	1	2	3	4 5
2. 仮説を検証する方法を考えること	1	2	3	4 5
3. 複数の情報を統合し、新しい考えをまとめること	1	2	3	4 5
4. 今回と同じような問題を何回も解いて慣れること	1	2	3	4 5
5. 用語を暗記しておくこと	1	2	3	4 5
6. 資料やグラフから、問題解決に必要な情報を読み取ること	1	2	3	4 5
7. 公式を暗記しておくこと	1	2	3	4 5
8. 実験結果にもとづいて仮説を立てること	1	2	3	4 5
9. 身近な現象について科学的な根拠にもとづいて解釈したり、説明したりすること	1	2	3	4 5

次のページにすすんでください

これまでのセンター試験で出題されたような問題を解くためには、以下の事柄ほどの程度重要だと思いますか。あなたの考えにあてはまる数字に丸印をつけてください。

	全くあてはまらない	あまりあてはまらない	ある程度あてはまる	非常にあてはまる
1. 問題の解き方を見ておくこと	1	2	3	4 5
2. 仮説を検証する方法を考えること	1	2	3	4 5
3. 複数の情報を統合し、新しい考えをまとめること	1	2	3	4 5
4. センター試験と同じような問題を何回も解いて慣れること	1	2	3	4 5
5. 用語を暗記しておくこと	1	2	3	4 5
6. 資料やグラフから、問題解決に必要な情報を読み取ること	1	2	3	4 5
7. 公式を暗記しておくこと	1	2	3	4 5
8. 実験結果にもとづいて仮説を立てること	1	2	3	4 5
9. 身近な現象について科学的な根拠にもとづいて解釈したり、説明したりすること	1	2	3	4 5

次のページにすすんでください

あなたが理科を勉強する理由として、以下の項目ほどの程度あてはまりますか。
 あなたの考えにあてはまる数字に丸印をつけてください。

	全くあてはまらない	あまりあてはまらない	ある程度あてはまる	非常にあてはまる
1. 問題を解くことがおもしろいから	1	2	3	4
2. 将来の成功につながるから	1	2	3	4
3. 勉強で友だちに負けたくないから	1	2	3	4
4. やらないと周りの人がうるさいから	1	2	3	4
5. 難しいことに挑戦することがおもしろいから	1	2	3	4
6. 自分の夢を実現したいから	1	2	3	4
7. 友だちより良い成績をとりたいから	1	2	3	4
8. 周りの人から、やらないといわれるから	1	2	3	4
9. 勉強すること自体がおもしろいから	1	2	3	4
10. 自分の希望する大学に進みたいから	1	2	3	4
11. 周りの人にかしこいと思われたいから	1	2	3	4
12. 成績が下がると、怒られるから	1	2	3	4

高等学校（以下、高校と表記）での学習内容について、以下の質問に回答してください。

1. 以下の項目から、あなたが卒業した高校の学科にあてはまるものを選び、数字に丸印をつけてください。

- <学科>
 1. 普通科 2. 理数科 3. 国際科 4. 総合学科 5. 高等学校卒業程度認定試験
 6. 専門学科[※] 7. その他[※]
- [※]専門学科またはその池を選んだ場合は、
 学科名をカッコ内に具体的に記入してください。

2. 下記の科目のうち、高校で履修した科目としてあてはまるものすべてを選び、数字に丸印をつけてください。

- <数学科>
 1. 数学Ⅰ 2. 数学Ⅱ 3. 数学Ⅲ 4. 数学A 5. 数学B 6. 数学活用
- <理数科>
 1. 科学と人間生活 2. 物理基礎 3. 物理 4. 化学基礎 5. 化学
 6. 生物基礎 7. 生物 8. 地学基礎 9. 地学 10. 理科課題研究
- <理数科>
 1. 理数数学Ⅰ 2. 理数数学Ⅱ 3. 理数数学特論 4. 理数物理 5. 理数化学
 6. 理数生物 7. 理数地学 8. 理数研究

3. あなたが高校で受けた授業の中に、理科や数学にかかわる課題発見や問題解決を目的とする授業（例えば、「理数探究」など）がありましたか。以下の選択肢から、あてはまる数字に丸印をつけてください。

1. はい 2. いいえ 3. 分からない（覚えていない）

4. あなたが卒業した高校はスーパーサイエンスハイスクール（SSH）に指定されていたか。以下の選択肢から、あてはまる数字に丸印をつけてください。

1. はい 2. いいえ 3. 分からない（覚えていない）

以上でアンケートは終了です。ご協力ありがとうございました。

次世代型
理科・理数融合
問題冊子

解答上の注意

- 1 指示があるまで、この問題冊子は開けないでください。
- 2 机の上には、筆記用具（鉛筆、シャープペンシル、消しゴム）、時計（計算機のないもの）以外のものは置かないでください。
- 3 この問題冊子には、①～⑤の5問があります。総ページは31ページです。
- 4 解答は、解答冊子に記入してください。
- 5 ①～⑤のうち4問を選択し、解答してください。
- 6 解答用紙の選択問題記入欄に、選択した問題の番号を記入してください。
- 7 配布した問題冊子は、持ち帰らないでください。

©大学入学者選抜改革推進委員会 理数分野 2018
無断転載・複写・転用禁止

I 選択問題（物理領域）

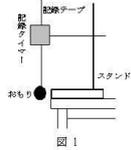
1. 物理基礎の授業で、40名の生徒が以下のような実験を行った。実験結果・考察に関する説明に答えよ。

目的

物理の教科書には「空気の抵抗などがはたらかない理想的な状況では、物体が落下するときの重力加速度は物体の質量によらず約9.8[m/s²]である」と記載されている。このことを調べするために、質量の異なる物体を落下させ、物体が落下するときの加速度を測定し、考察する。

実験方法および実験装置

- [1] 落下物（おもりと記録テープを合わせた物体）の質量を測定する。
- [2] 図1の装置を設置する。
- [3] 静かに手を放して、落下物の落下運動を記録タイマーで記録する。記録タイマーは記録テープに0.1[s]毎に打点を打つ。（図2）
- [4] 記録テープより平均の落下速度を計算し、平均の落下速度と時間のグラフ（v-t図）を作成する。
- [5] v-t図の傾きから、落下加速度を求める。



(1) 図2は、実験手順 [3] で得られた記録テープの一例である。この記録テープに記録された落下物の運動について0.1[s]から0.2[s]における平均の落下速度を算出せよ。

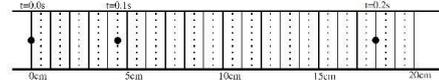
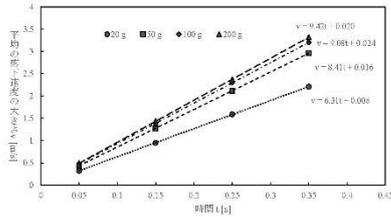


図2

(2) 図3は実験手順 [4] で得られた v-t 図の一例である。図3に示すように、測定を行った時間の範囲内では、どの質量の実験においても、速度は時間の1次関数（直線）としてよく表現できている。このことから、落下物にはたらく力の合力の性質について述べたものとして、適切なものを次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① 落下物の速さによらず、力の大きさは一定である。
- ② 落下物の速さに比例して、力の大きさは大きくなる。
- ③ 落下物の速さの2乗に比例して、力の大きさは大きくなる。
- ④ 落下物の速さの平方根に比例して、力の大きさは大きくなる。



(図中の直線はデータ点からのずれが最も小さくなるように引いた直線である。)

図3

(3) 質量20g、50g、100g、200gの落下物について、40人が得た落下加速度の平均値は次の表1のようなった。表1の落下加速度の平均値はどの質量でも、教科書に記載されている重力加速度の値9.8[m/s²]より小さな値となった。これは手を離した後、落下物に空気抵抗のような落下を妨げる方向からいたるためと考えられる。このような力として、どのようなものが考えられるか、空気抵抗以外の力を答えよ。

落下物の質量 [g]	20	50	100	200
落下の加速度 [m/s ²]	6.3	8.4	9.1	9.4

(4) 落下物にはたらく重力以外の力の合力の大きさを F [N] として、落下物に対する運動方程式を立てよ。ただし、落下物の上向き加速度を a [m/s²]、落下物の質量を m [kg]、実験を行っている地点での重力加速度の大きさを g [m/s²] とする。

(5) 表1の結果を総論に測定された落下加速度の平均値、傾斜に落下物の質量または質量の逆数をとり、グラフで表したものが図4である。図4の右図がわかるように、落下物の測定された落下加速度の平均値と質量の逆数の関係は直線よく近似されている。このことから、落下物にはたらく重力以外の力の合力の大きさ F の性質について述べたものとして、適切なものを次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① F は落下物の質量に比例して大きくなる。
- ② F は落下物の質量の逆数に比例して大きくなる。
- ③ F は落下物の質量に比例して一定である。
- ④ F は落下物の速さに比例して一定である。
- ⑤ F は落下物の速さに比例して大きくなる。

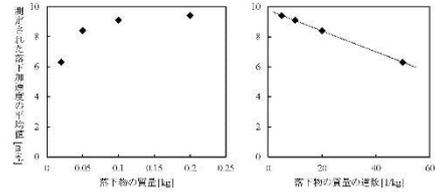


図4

- (6) 図4の右図において4つのデータ点の最も近くを通る直線の方程式が、横軸を x 、縦軸を y とし、 $y = ax + b$ (a, b は実数値) で表されたとする。このとき、重力加速度 g [m/s^2] の大きさと重力以外の力 F [N] の大きさを a, b で表したときの組み合わせとして、適切なものを次の①～⑧のうちから一つ選べ。

	g	F
①	a	b
②	a	$\frac{1}{b}$
③	a	$-b$
④	a	$-\frac{1}{b}$
⑤	b	a
⑥	b	$\frac{1}{a}$
⑦	b	$-a$
⑧	b	$-\frac{1}{a}$

- 6 -

II 選択問題 (化学領域)

1. 次の文を読み、11ページの別部資料を参考に下の問い(1)～(7)に答えなさい。
 高校1年生の京太郎くんは夏の部活動中、自宅で完全に凍らせておいたスポーツドリンクが少し融けたときに飲むと、凍らせる前よりも甘味が強くなっていることに気がついた。このことを先生に話すと、これを課題研究のテーマに設定してはどうかと提案され、水溶液の凝固点について課題研究を行うことにした。

京太郎くんの観察結果
 ・甘味が強くなるのは少し融けたときに飲んだ場合であった。
 ・凍っている部分が残っているときには飲まずに、全て融けてから飲んだ場合、甘みの強さは凍らせる前と同じであった。
 ・一部融けた状態(状態1)で融けている部分を飲んでみると甘味が強かった。その時点で融けている部分(水溶液)をすべて飲み干した後、凍っている部分が全て融けてから(状態2)味を確認すると、甘味は弱かった。



- (1) 観察結果より、京太郎くんは次の仮説を立てた。
 仮説:「水溶液を冷却し、水溶液が凍っていく過程で、凍っている部分に溶質は含まれない」
 この仮説を確認するための実験操作として最も適切なものを、次の①～④のうちから一つ選び番号で答えなさい。

- 10%塩化ナトリウム水溶液の凝固点を調べる。
- 10%塩化ナトリウム水溶液を冷却し水溶液中に固体が生成し始めたときから一定時間ごとに水溶液を取り出し、その水溶液の塩化ナトリウム濃度を調べる。
- 10%塩化ナトリウム水溶液を冷却し、水溶液中に固体が生成し始める温度を調べる。
- 10%塩化ナトリウム水溶液を冷却し、水溶液すべてが凝固する温度を測定する。

- 8 -

京太郎くんは(1)で立てた仮説を確認するための実験を行っている際に、水溶液の凝固点は純水の凝固点(0°C)よりも低くなることに気がついた。そこで、水溶液の濃度と凝固点との関係調べのため、次の【実験1】を行った。実験結果の表中の ΔT [K] は凝固点降下度とよばれる値であり、水の凝固点0°Cと測定した水溶液の凝固点 T_f [°C] から、以下の式で求められる。

$$\Delta T [\text{K}] = 0 - T_f [^\circ\text{C}]$$

【実験1】

グルコースを水100gに溶解させ、凝固点を測定した。次の表は、溶かしたグルコースの質量 [g] と凝固点降下度 ΔT [K] の関係を示している。

溶かしたグルコースの質量 [g]	2.00	4.00	6.00
ΔT [K]	0.207	0.413	0.620

次に、京太郎くんは溶質の種類によって水の凝固点がどの程度低くなるのか、その影響を調べるため、以下の【実験2】、【実験3】を行った。

【実験2】

尿素を水100gに溶解させ、凝固点を測定した。次の表は、溶かした尿素の質量 [g] と凝固点降下度 ΔT [K] の関係を示している。

溶かした尿素の質量 [g]	2.00	4.00	6.00
ΔT [K]	0.620	1.24	1.86

【実験3】

塩化ナトリウムを水100gに溶解させ、凝固点を測定した。次の表は溶かした塩化ナトリウムの質量 [g] と凝固点降下度 ΔT [K] の関係を示している。

溶かした塩化ナトリウムの質量 [g]	2.00	4.00	6.00
ΔT [K]	1.28	2.56	3.84

- 9 -

- (2) 【実験1】の全ての結果を解答欄のグラフ用紙に「○」で点を打ちなさい。線でつなぐ必要はない。
- (3) 【実験2】の全ての結果を解答欄のグラフ用紙に「×」で点を打ちなさい。線でつなぐ必要はない。
- (4) 【実験1】、【実験2】の結果に基づく考察として適切でないものはどれか、下の①～⑥のうちから番号で答えなさい。ただし、複数ある場合はすべて答えなさい。
- 溶解させたグルコースの物質質量と凝固点降下度は比例の関係にある。
 - 溶媒が水である場合、溶質1.00gあたりの凝固点降下度は溶質の種類には関係なく一定である。
 - 水溶液の凝固点降下度は溶質の質量に比例する。
 - 同じ質量と比較した場合、尿素の方がグルコースよりも凝固点を低下させる効果が大い。
 - 凝固点降下度は溶媒の種類に関係なく、溶質の種類と物質質量によって決まる。
 - 凝固点降下度は溶質の種類に関係なく、溶質の物質質量によって決まる。
- (5) 【実験3】の全ての結果を解答欄のグラフ用紙に「△」で点を打ちなさい。線でつなぐ必要はない。
- (6) 【実験3】の結果に基づく考察を行った場合、【実験1】と【実験2】の結果に基づく考察とは矛盾する点がある。矛盾すると考えられる考察を(4)の①～⑥から選び番号で答えなさい。ただし、(4)で適切でない選択したものを選ぶことはできない。また、複数ある場合はすべて答えなさい。
- (7) 【実験1】～【実験3】より、硝酸カリウム3.48gを水100gに溶かしたときの凝固点降下度 ΔT [K] を予想しなさい。ただし、答えは有効数字2桁で求めなさい。

- 10 -

別添資料

表1 純物質の融点、モル質量

名称	化学式	1気圧で測定したときの融点 [°C]	モル質量 [g/mol]	水 100 g に対する溶解量 (20°C)
酸素	O ₂	-218.9	32	3.11 mL
ナトリウム	Na	99.9	23	—
マグネシウム	Mg	650	24	—
塩素	Cl ₂	-101.0	71	230 mL
カルシウム	Ca	851	80	—
ヨウ素	I ₂	113.7	254	0.029 g
水	H ₂ O	0	18	—
二酸化炭素	CO ₂	-78.5 (昇華点)	44	87.8 mL
塩化水素	HCl	-114.2	36.5	77.0 g
硫酸	H ₂ SO ₄	10.4	98	—
硝酸	HNO ₃	-41.3	63	—
水酸化ナトリウム	NaOH	318.4	59	109 g
水酸化マグネシウム	Mg(OH) ₂	加熱分解	58	0.09 g
水酸化カルシウム	Ca(OH) ₂	加熱分解	56	0.16 g
塩化ナトリウム	NaCl	800	58	35.8 g
塩化コバルト	CoCl ₂	735	130	52.9 g
硫酸ナトリウム	Na ₂ SO ₄	884	142	19.4 g
硫酸マグネシウム	MgSO ₄	1155	120	33.7 g
硫酸銅(II)	CuSO ₄	—	160	20.1 g
硝酸カリウム	KNO ₃	339	101	31.6 g
硝酸銀	AgNO ₃	208.5	170	215 g
炭酸カルシウム	CaCO ₃	加熱分解	100	0.091 g
炭酸水素ナトリウム	NaHCO ₃	加熱分解	84	9.55 g
ヨウ化マグネシウム	MgI ₂	加熱分解	278	140 g
グルコース	C ₆ H ₁₂ O ₆	146.5	180	—
尿素	CO(NH ₂) ₂	132	60	—

表1の融点等の値は「岩波理化学辞典増訂版（増訂第8刷）」、「化学便覧基礎編改訂4版」、「安全データシート（昭和化学株式会社）」等を参考している。なお、記載がなかったものは「—」としている。

2. 次の文章を読み、11ページの別添資料を参考に下の問い(1)~(3)に答えなさい。
先生と京子さんが薬品庫の薬品を整理していると、次の図のような薬品ラベルのはがれた薬品瓶を発見した。薬品瓶の中には、白色の固体が入っていた。



京子さんはその見た目から、「この白色固体は水酸化カルシウムではないか」と考え、先生に尋ねた。

京子：「先生、この試験瓶に入っているのは白色固体なので、水酸化カルシウムだと思います。」
先生：「白色粉末だけで水酸化カルシウムと決めることはできますか。」
京子：「うーん。じゃあ水に溶かして pH を測定し、塩基性であることを確かめます。」
先生：「塩基性の白色固体は水酸化ナトリウムなど、他にも考えられますね。物質を特定するためには複数の実験を行う必要があります。京子さん、この白色固体が水酸化カルシウムであることを確かめるための実験計画を立ててみてはいかがでしょうか。」
京子：「分かりました。やってみます！」

(1) 下線部(ア)について、京子さんは先生の助言をもとに実験計画を立て、想定される結果についてもまとめた。以下は、京子さんがまとめたレポートである。空欄①~④に当てはまる実験方法もしくは想定結果を答えなさい。

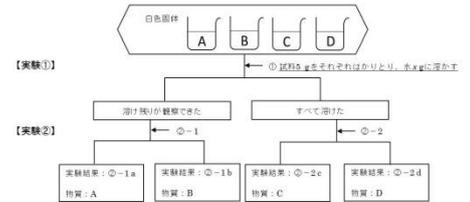
【実験1】水溶性を確かめる ⇨ 【想定結果1】 溶けにくい
【実験2】フェノールフタレイン溶液を ⇨ 【想定結果2】 (①) 加える
【実験3】炎色反応を確かめる ⇨ 【想定結果3】 (②)
【実験4】加熱する ⇨ 【想定結果4】 (③)
【実験5】 (④) ⇨ 【想定結果5】 炭酸カルシウムの白色沈殿が生成する

京子さんの実験計画

京子さんは先ほどの実験計画に従って実験を行ったところ、想定結果ではない結果になり、白色固体は水酸化カルシウムではないことが分かった。

京子：「先生、水酸化カルシウムではありませんでした。」
先生：「やはりそうでしたか。実は、(ア)からその瓶の周辺には塩化ナトリウム・炭酸水素ナトリウム・水酸化マグネシウム・ヨウ化マグネシウムがあったようです。」
京子：「……」
先生：「この白色固体は、塩化ナトリウム・炭酸水素ナトリウム・水酸化マグネシウム・ヨウ化マグネシウムのいずれかであると考えられますので、このうちの一つを特定するための実験を考えましょう。」

(2) 下線部(イ)について、この白色固体が塩化ナトリウム・炭酸水素ナトリウム・水酸化マグネシウム・ヨウ化マグネシウムのいずれかであるとき、白色固体を特定する実験のフローチャートを下図のように考えた。ただし、白色固体は純物質であり、各実験では試料の一部を試薬瓶から新しく取り出して用いている。また安全上、直接試薬を触る、味を確認するといった実験操作は出来な



(a) 実験①では、水溶性によって4種類の試料を2つのグループに分ける。試料 5g をそれぞれはかりとり水に溶かす場合、溶け残りが観察できるもの2つ（炭酸水素ナトリウムと水酸化マグネシウム）、すべて溶けるもの2つ（塩化ナトリウムとヨウ化マグネシウム）という結果を得るための水 x [g] の範囲を求めよ。ただし、数値は小数第2位を四捨五入し、小数第1位まで示せ。

(b) 実験②では、4種類の試料を一つずつに分類する。③-1と③-2にあてはまる実験方法及びその方法によって得られる実験結果④-1a、④-1b、④-2c、④-2d を答えよ。また、その実験結果によって特定される物質 A~D の化学式を答えよ。ただし、各実験方法は(1)で京子さんが考えた実験を含む方法は除くものとする。

フローチャートに従って実験したところ白色固体が塩化ナトリウムに該当することがわかった。

京子：「白色固体は塩化ナトリウムだと思われず。」

先生：「薬品名を記録しておこうと思いますので、最後に、塩化ナトリウムだと確定するための実験を考えてみましょう。」

- (5) 下幹部(ウ)について、塩化ナトリウムであることを確認するための実験方法及びその方法によって得られる想定結果の例を2つ挙げなさい。ただし、本問については、(2)の実験①、実験②で用いた実験方法は除くものとする。

III 選択問題 (生物領域)

1. 次の文章は、ヒトの腎臓の構造と働きについて述べたものである。これを読み、下の問い(1)～(5)に答えなさい。

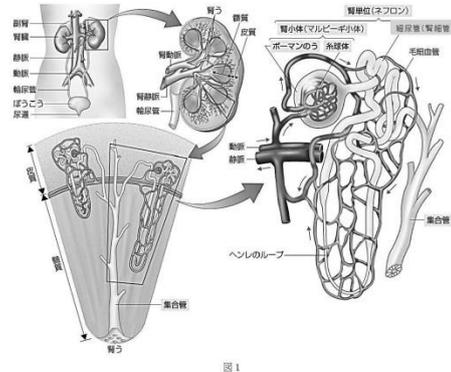


図1

図1に示すように、ヒトの体内には、腎臓が左右一対存在しています。成人の場合、1つの腎臓に、腎動脈と腎静脈の2つの太い血管と輸尿管がつながっており、腎臓で生成された尿は輸尿管を経て膀胱へ送られ、尿道から体外へ排出されます。

腎臓の主な働きは、尿の生成を通じた血液の浄化と体液の濃度調節です。この働きを担う構造として、左右それぞれの腎臓の内部には、ネフロン(腎単位)が約100万個存在しています。1つのネフロンは、腎臓の内部にある腎皮質と腎髄質を往来するように存在しています。そして、1つのネフロンは、腎小体と細尿管から構成されています。腎小体は毛細血管が球状に集まった糸球体とそれを包み込んでいるボーマンのうで構成されています。細尿管は、ボーマンのうに続く近位細尿管からヘンレのループを経て、遠位細尿管へと曲がりくねった構造をしています。また、細尿管の周囲には毛細血管が密着しています。遠位細尿管は、集合管という太い管に接続しており、集合管は、腎うへとつながっています。

腎臓では腎動脈から入った血液が、動脈を経て、球状の毛細血管である糸球体へ送られます。ここで、血液の血しょう中に含まれる一部の物質は、糸球体からそれを包むボーマンのうへ送られます。これをろ過といいます。ろ過されてボーマンのう側へ送られた液体を原尿といい、原尿には、水、 Na^+ 、 Cl^- 、 K^+ などの塩類、 HCO_3^- 、 H^+ 、尿素、グルコース(ブドウ糖)、アミノ酸などが含まれます。ろ過されないタンパク質などの物質は糸球体から毛細血管を経て、静脈へ送られます。

図2に示すように、ろ過されてボーマンのう側へ送られた原尿は、再吸収と分泌という過程を経て、尿として排出されていきます。再吸収と分泌の過程は、以下の【1】～【4】の順に進んでいきます。

- 【1】 原尿は、まず、近位細尿管へ送られます。ここでは、原尿に含まれるほぼすべてのグルコース(ブドウ糖)などの栄養素が再吸収されるとともに、約80%の Na^+ 、 Cl^- 、 K^+ などの塩類と水が再吸収されます。再吸収は、濃度差に応じて物質が移動する「受動的な」ものと、濃度差に逆らって多量のエネルギーを消費することによって物質を輸送する「能動的な」ものがあります。ここでの再吸収のしくみは、まず、栄養素と Na^+ が細尿管内から細尿管の輸送上皮細胞に受動的に移動したのち、輸送上皮細胞から細尿管を設す組織液へと能動的に輸送されます。 Na^+ の移動に伴って Cl^- も移動し、水も受動的に組織液側へと移動していきます。そして、栄養素と塩類、水は近接する毛細血管内へとさらに移動してきます。また、輸送上皮細胞から H^+ が細尿管内へ能動的に分泌されるに伴って、 HCO_3^- が受動的に再吸収されます。

- 【2】 次に、ヘンレのループでは、まず、 H_2O 下行側で水が受動的に再吸収されます。また、上行側では、 Na^+ 、 Cl^- 、 K^+ などの塩類が能動的に再吸収されます。
- 【3】 さらに、遠位細尿管では、 Na^+ 、 Cl^- などが能動的に、水が受動的に再吸収されるとともに、 K^+ などが能動的に細尿管内へ分泌されます。また、 H^+ が輸送上皮細胞から細尿管内へ能動的に分泌されるに伴って、アンモニア(NH_3)が細尿管内へ能動的に分泌されます。
- 【4】 最後に、集合管では、水が受動的に再吸収されるとともに、 Na^+ 、 Cl^- などが能動的に再吸収されます。また、 K^+ 、 NH_4^+ などが分泌されます。
- こうして、ろ過によってこし出された原尿のうち、約99%の水やほぼすべてのグルコース(ブドウ糖)、アミノ酸などの栄養素、 Na^+ 、 Cl^- などの塩類が再吸収され、残りのわずかな水と尿素、アンモニアなどの老廃物が尿として排出されます。

【図1の出典】

・吉里勝利ほか監訳、『五訂版スクエア最新図説生物 neo』, 第一学習社, 2017年, p.118.

【図2の出典】

・増田教子編著、『身体しくみとはたらき一冊しるしが解剖生理』, サイオ出版, 2015年.

(<https://www.kango-roo.com/sn/k/view/1901>)

【説明文の引用・参考文献】

・増田教子編著、『身体しくみとはたらき一冊しるしが解剖生理』, サイオ出版, 2015年.

(<https://www.kango-roo.com/sn/k/view/1901>)

・池内昌彦ほか監訳、『キャンベル生物学(解題第9版)』, 丸善出版, 2013年.

- (1) 図2に示す近位細尿管の輸送上皮細胞を観察したところ、細胞内部に他の組織の細胞と比べてある特徴がみられた。この特徴に関する説明文として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選び番号で答えなさい。

- ① リソソームが多量に存在していた。
- ② 原形質流動がみられなかった。
- ③ ミトコンドリアが多量に存在していた。
- ④ 液胞が発達していた。

- (2) 下降部 (ア) について、ヘンレのループの (1) 下行脚で水が受動的に再吸収された場合、および (2) 上行脚で塩類が能動的に再吸収された場合、細尿管内の原尿と組織液の濃度の関係を表すもの組み合わせとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選び番号で答えなさい。

	(1)	(2)
①	原尿 > 組織液	原尿 > 組織液
②	原尿 > 組織液	組織液 > 原尿
③	組織液 > 原尿	組織液 > 原尿
④	組織液 > 原尿	原尿 > 組織液

- (3) 下降部 (イ) の働きによって、ヒトの尿中にはわずかながら、細尿管の輸送上皮細胞で分泌されたアンモニア (NH₃) が含まれている。アンモニアが H⁺ (水素イオン) とともに、輸送上皮細胞で分泌される理由の説明として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選び番号で答えなさい。

- ① H⁺ (水素イオン) の分泌に必要なエネルギーを生じる際の老廃物として分泌されていると考えられる。
- ② 輸送上皮細胞内の H⁺ (水素イオン) 濃度調節のために分泌されていると考えられる。
- ③ ヘンレのループ下行脚での、水の再吸収を促進するために分泌されていると考えられる。
- ④ 遠位細尿管での、塩類の再吸収を促進するために分泌されていると考えられる。

- (4) 糸球体からろ過された原尿中および尿中における尿素の濃度をそれぞれ調べた結果、原尿に含まれる尿素の約 29% が再吸収されていることがわかった。老廃物である尿素がなぜ再吸収されるのか。図2をもとにして、その理由として考えられることを述べなさい。

- (5) 血液の血しょう中に含まれるグルコースが腎臓で尿中に排泄された場合、尿中に含まれるグルコースを尿糖といい、糖尿病の診断においては尿糖の検査が行われる。

図3は、血しょう中に含まれるグルコースの濃度 [mg/100ml] に対する、糸球体でのグルコースのろ過速度 [mg/分]、尿中のグルコース排泄速度 [mg/分]、細尿管でのグルコースの再吸収速度 [mg/分] をそれぞれ表している。図3のグラフをもとに、どのようにして尿中にグルコースが排泄され、尿糖が生じるのかを具体的に説明しなさい。

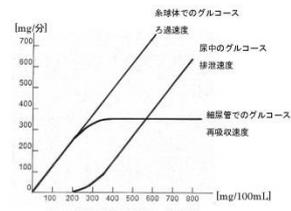


図3

【図3の出現】

患者方UPで糖尿病疾患 © 2008-2016 Double-Cradle, JP

(<http://www.double-cradle.jp/diabetes-mellitus-knowledge/signs-and-symptoms/sugar-in-urine.html>)

IV 選択問題 (理数融合領域①)

IV [V] についてはどちらか一方、もしくは両方を選択し、解答してください。

1. 次の文章を読み、下の問い(1)～(4)に答えなさい。
金属の結晶には、図1のように、立方体の各頂点および各面の中心に原子が配置され、それらが連なっているような構造になっているものがある。このような構造を面心立方格子という。

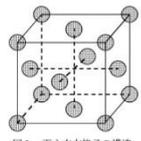


図1 面心立方格子の構造

ここでは、図2のように、それぞれの原子を球と見なして、球が面心立方格子の構造に配置され、お互いが隣接するようなモデルを考える。

さらに、外側に置かれた球が各面に内接するような立方体を考える。この立方体を「一辺が2個の面心立方格子の立方体」とよぶことにする。なお、「面心立方格子の立方体」は、球(原子)のみでできており、立方体内部のすき間には物質は存在しないものとする。

このとき、球の半径を a [cm]、立方体の辺に沿って配置される球の中心間の距離を d [cm] とすると、直角二等辺三角形の辺の比より $d = 2\sqrt{2}a$ であることがわかる。

次に、図3のように、半径 a [cm] の球を面心立方格子となるように配置して、「一辺が3個の面心立方格子の立方体」を考える。この立方体の一辺の長さは、 $2a + 2d = (2+4\sqrt{2})a$ [cm] となる。

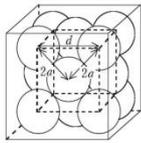


図2 面心立方格子のモデル
(一辺が2個の面心立方格子の立方体)

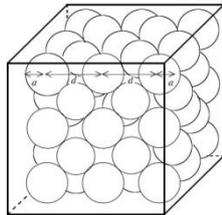


図3 一辺が3個の面心立方格子の立方体

- (1) 「面心立方格子の立方体」の中にある球の個数を調べるために、図4のように、底面から見て同じ高さにある球をひとまとめでして、別の高さの球とは切り離して区分けした「層」を考えることにする。

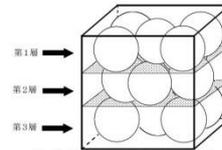


図4 層別に分けた面心立方格子の立方体

図4からわかるように、「一辺が2個の面心立方格子の立方体」を層に分けたとき、第1層にある球は5個であり、第2層にある球は4個である。次の文中の空欄(ア)～(カ)に当てはまる数を答えなさい。

「一辺が3個の面心立方格子の立方体」を層に分けたとき、第1層にある球は(ア)個であり、第2層にある球は(イ)個である。したがって、「一辺が3個の面心立方格子の立方体」に含まれる球の個数は、全部で(ウ)個である。

- (2) 「一辺が5個の面心立方格子の立方体」を考える。次の文中の空欄(エ)～(カ)に当てはまる数を答えなさい。なお、(カ)は(ア)～(ウ)に当てはまる数は、有効数字2桁の近似値で答えなさい。

この立方体を層に分けたとき、第1層にある球は(エ)個であり、第2層にある球の個数は(イ)個である。したがって、「一辺が5個の面心立方格子の立方体」に含まれる球の個数は全部で(カ)個である。

ここで、球の半径が1.2 [cm]、球1個の重さが45 [g]であるとすると、「一辺が5個の面心立方格子の立方体」の一辺の長さは(キ) [cm]であるから、この立方体の密度は(ク) [g/cm³]である。

- (3) X線を用いると、結晶の構造を調べることができる。この方法を用いてある金属の結晶の構造を調べたところ、結晶は面心立方格子でできており、立方体の辺に沿って配置される隣り合った原子の中心間の距離は 3.6×10^8 [cm] であった。次の文中の空欄 [(ア)] に当てはまる数を、 1.2×10^8 のように、整数部分が1桁の小数とし、10の累乗の積の形で表し、有効数字2桁の近似値で答えなさい。

この金属の結晶で、一辺が 9.0 [nm] の立方体と考えるとき、この立方体は「一辺が [(ケ)] 個の面心立方格子の立方体」といえる。

- (4) 下の文中の空欄 [(カ)] に当てはまる数を有効数字2桁の近似値で答えなさい。さらに、[(キ)] に当てはまる最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選び番号で答えなさい。

【面心立方格子の構造をもつ主な金属の原子量】

アルミニウム 27.0 ニッケル 58.7 銅 63.5 銀 107.9 金 197.0 鉛 207.2

化学では、原子 6.0×10^{23} 個分の質量 [g] を、その原子の原子量という。この金属の結晶の密度が 9.0 [g/cm³] であるとする。上で述べた、一辺が 9.0 [nm] の立方体の金属の結晶に含まれている原子の個数から、この金属の原子量は [(カ)] である。

したがって、【面心立方格子の構造をもつ主な金属の原子量】の値から、この金属は [(キ)] であると推測される。

- ①アルミニウム ②ニッケル ③銅 ④銀 ⑤金 ⑥鉛

V 選択問題（理数融合領域②）

Ⅳ [V] についてはどちらか一方、もしくは両方を選択し、解答してください。

1. 次の文章を読み、下の問いに答えなさい。

主要組織適合性複合体抗原 (MHC 抗原) は、細胞表面に発現しているタンパク質であり、多様性に富み、免疫系における自己と非自己の識別に利用されている。実験用のマウスでは、MHC 抗原がホモ接合になったマウスが修繕等の実験に用いられている。

MHC 抗原が a (a × a) 系統のマウスと b (b × b) 系統のマウスを交配した F₁ (雑種第一代) は、a 系統および b 系統の MHC 抗原を発現する a × b 系統になる (図 1)。この F₁ マウスに親のマウスの組織を移植すると、F₁ マウスは移植片を拒絶せず、移植片は生着する。一方、F₁ マウスの組織を親に移植すると、親は移植片を拒絶する。これは、F₁ マウスでは、a 系統および b 系統の MHC 抗原がいずれも自己と認識されるが、親マウスでは、a 系統、もしくは b 系統の MHC 抗原のいずれかのみが自己と認識されるからである。



図 1 親マウスと F₁ マウスの MHC 抗原の関係

- (1) F₁ マウス同士を交配した F₁ マウス (雑種第二代) に親の組織を移植する場合、移植片が生着

する確率は、[(ア)] / [(イ)] である。[(ウ)] [(エ)] に当てはまる数を入れなさい。なお、解答する場合は、それ以上約分できない形で答えなさい。

- (2) マウス X、マウス Y、マウス Z は、MHC 抗原の遺伝子型がそれぞれ異なり、a × a 系統、b × b 系統、c × c 系統、a × b 系統、b × a 系統、a × c 系統のいずれかのマウスとする。次の 3 つの条件を満たすマウス X、マウス Y、マウス Z の MHC 抗原の遺伝子型を下の表 1 の①～③の中からそれぞれ選び、番号で答えなさい。

- 条件 1 a 系統のマウスの組織をマウス X に移植すると、移植片は生着しない。
条件 2 マウス Y の組織をマウス X に移植すると、移植片は生着する。
条件 3 マウス Y とマウス Z を交配した F₁ マウスに、マウス X の組織を移植すると、約半数のマウスで移植片が生着する。

表 1 マウス X、マウス Y、マウス Z の MHC 抗原の遺伝子型

番号	マウス X	マウス Y	マウス Z
①	a × b	a / a	a × c
②	a × b	b × b	a / a
③	b × c	b × b	a / a
④	b × c	b × b	c × c
⑤	b × c	b × b	a × b
⑥	b × c	b × b	a × c
⑦	b × c	c × c	a × b
⑧	b × c	c × c	a × c
⑨	b × b	b × b	c × c
⑩	c × c	b × c	b × b

- (3) 臓器移植における拒絶反応を抑制する薬剤の一つとして、カザラチから単離されたシクロスポリン (C₂₂H₃₃N₇O₄) という物質が使用されている。体重 60 kg の患者に、シクロスポリン 7 [mg/kg] を授与する場合に必要なシクロスポリンの物質量 [mol] を求めなさい。ただし、原子量を H 1.0、C 12、N 14、O 16 とし、有効数字3桁を四捨五入し有効数字2桁で答えなさい。計算過程も示しなさい。

- (4) マウスを用いて皮膚移植の実験を行った。移植した皮膚の形は図 2 に示した四角形であった。この移植片は、マウスの体表面積の何パーセントに相当するか、有効数字3桁を四捨五入し有効数字2桁で答えなさい。ただし、マウスの体表面積を 70 cm² とし、必要に応じて、 $\sqrt{2}=1.41$ 、 $\sqrt{3}=1.73$ 、 $\sqrt{5}=2.24$ 、 $\sqrt{7}=2.65$ を用いなさい。次の [(ア)] [(イ)] に当てはまる数を答えなさい。なお、分数形で解答する場合は、それ以上約分できない形で答えなさい。

図 2 の三角形 ABC において、1.6 cm と 1.4 cm に挟まれた角を θ とすると、

$$\cos \theta = \frac{[(ア)] [(イ)]}{[(ウ)] [(エ)]}$$

$$\sin \theta > 0 \text{ であるから、} \sin \theta = \frac{[(カ)] [(キ)]}{[(ク)] [(ク)]}$$

$$\text{移植した皮膚の面積を } S [\text{cm}^2] \text{ とすると、} S = \frac{[(コ)] [(ク)]}{[(ケ)]}$$

よって、マウスの体表面積に対する移植片の割合は、[(セ)] [(ソ)] % である。

2. 次の文章を読み、下の問いに答えなさい。

MHC 抗原の異なるマウスを用いて皮膚移植の実験を行った。a 系統マウス (10 匹) の皮膚片 (1.0 cm × 2.0 cm) を b 系統マウス (10 匹) にそれぞれ移植した後、皮膚片の状態を観察し、皮膚片が脱落し始めた日 (開始日) と皮膚片が完全に脱落した日 (終了日) を記録した (1 回目の移植)。さらに、b 系統マウスに移植した皮膚片が脱落した直後、1 回目の移植に用いた a 系統マウスから採取した皮膚片をも b 系統マウスに再度移植し、皮膚片の状態を観察し、皮膚片が脱落し始めた日と皮膚片が完全に脱落した日を記録した (2 回目の移植)。これらの実験結果をまとめたのが表 2 である。

表 2 皮膚片の再移植と拒絶反応

開始日	1 回目の移植		2 回目の移植		
	終了日	中間値 (日)*	開始日	終了日	中間値 (日)*
7	10	8.5	4	8	6.0
9	12	10.5	5	8	6.5
6	10	8.0	4	7	5.5
6	10	8.0	4	7	5.5
8	11	9.5	5	8	6.5
7	11	9.0	3	7	5.0
8	10	9.0	5	8	6.5
6	9	7.5	4	7	5.5
7	11	9.0	3	7	5.0
8	11	9.5	5	8	6.5

* 中間値 (日) は、開始日と終了日の中間の日を示している。
注: クは、開始日、終了日、開始日と終了日の間に挟まれた日 (6、8、9、10、11、12) を指す。

箱ひげ図とは、あるデータの最大値を M、最小値を m、第 1 四分位数を Q₁、中央値を Q₂、第 3 四分位数を Q₃ とするとき、これらの 5 つの値に對しての図をいう (図 3)。

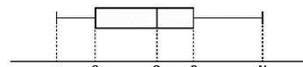


図 3 箱ひげ図

(1) 1回目の移植と2回目の移植における中間値(口)に相当する箱ひげ図を、次の図4のA~Fの中から選び、その適切な組合せを①~⑥のうちから一つ選び番号で答えなさい。

図4 1回目の移植と2回目の移植の中間値(口)の箱ひげ図

番号	1回目の移植	2回目の移植
①	A	D
②	A	E
③	A	F
④	B	D
⑤	B	E
⑥	B	F
⑦	C	D
⑧	C	E
⑨	C	F

【参考文獻】
 橋本 誠「1回皮膚移植の実際の研究、とくに移植皮膚片に対する物理的ならびに生物学的な問題が併発
 反応におよぼす影響について」岡山医学雑誌 Vol. 61, No. 5-6, pp. 435-455 (1969-1970)

- 2 -

次世代型
理科・理数融合
解答冊子

	大学
	学部
	学科・コース
【学生番号】 _____	【氏名】 _____

問題の選択番号

I ~ V より4問選択

©大学入学者選抜改革推進委託事業 理数分野 2018
- 1 -

I 選択問題 (物理領域) 解答用紙

1.

(1)	(2)	
(3)		
(4)	(5)	(6)

- 2 -

II 選択問題 (化学領域) 解答用紙

1.

(1)	(2) 下のグラフ用紙に○で 解答しなさい	(3) 下のグラフ用紙に×で 解答しなさい	(4)
(5) 下のグラフ用紙に△で 解答しなさい	(6)	(7) K	

溶質の物質量 n と凝固点降下度 ΔT の関係

- 3 -

2.

(1)	①		
	②		
	③		
	④		
(2)	(a)	$\angle x \text{ 度}$	
		実験方法 ②-1	
		実験結果 ②-1a	物質 A
		実験結果 ②-1b	物質 B
	(b)	実験方法 ②-2	
		実験結果 ②-2c	物質 C
	実験結果 ②-2d	物質 D	

- 4 -

(3)	1 つ 目	実験方法
		想定結果
(3)	2 つ 目	実験方法
		想定結果

- 5 -

III 選択問題 (生物領域) 解答用紙

1.

(1)	(2)	(3)
(4)		
(5)		

- 6 -

IV 選択問題 (理数融合領域①) 解答用紙

1.

(1)(ア)	(イ)	(ウ)
(2)(エ)	(オ)	(カ)
(2)(キ)	(ク)	
(3)(ケ)	(4)(コ)	(サ)

- 7 -

V 選択問題（理数融合領域②） 解答用紙

1.

(1)(ア)	(イ)	(2)	
(3)	計算過程		
	mol		
(4)(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
(4)(オ)	(カ)	(キ)	(ク)
(4)(ケ)	(コ)	(サ)	
(4)(シ)	(ス)		

2.

(1)

試験実施後のアンケート

- ・次からのページでは、解答していただいた4つの問題それぞれについて、あなたの印象をお伺いします。
- ・得られた回答は統計的に処理し、全体的な傾向を把握するために使用します。
- ・あなた自身の回答を取り上げたりすることは絶対にありません。回答内容が成績や評価に影響することも絶対にありません。
- ・回答に正解・不正解といった基準はありませんので、あなたのご意見を率直にお答えください。
- ・回答は任意ですので、答えたくない項目にはお答えいただかなくてかまいません。

ご協力をよろしくお願いします

問題 I～V は選択問題で、そのうち 4 問に解答いただきました。
1 つ目を選択・解答した問題の番号を記入し、その問題について、次のページのアンケートにお答えください。

選択した問題番号 []

領域 (その問題の領域にチェックを入れてください)

- 物理領域
- 化学領域
- 生物領域
- 理数融合領域①
- 理数融合領域②

この問題について、あなたの考えをお聞かせください。

	簡単 だった	普通 だった	難しい と思った	とても 難しい と思った	問題 が面白 かった	問題 が面白 くない
1. この問題は難しかったですが、易しかったですか・・・	1	2	3	4	5	

以下の質問について、あなたの考えにあてはまる数字に丸印をつけてください。

	そう 思わない	あまり 思わない	どちら も思わ ない	思 う	強く 思 う
1. この問題は、これまでに覚えた知識や解法のパターンで十分に解答できる・・・	1	2	3	4	5
2. この問題は、高等学校で学んだ内容や身につけた能力で十分に解答できる・・・	1	2	3	4	5
3. この問題を解くために必要な能力はセンター試験で求められるものとは違うと思う・・・	1	2	3	4	5
4. この問題を解くために必要な能力は大学の個別入試で求められるものとは違うと思う・・・	1	2	3	4	5

次のページにすすんでください

問題 I~V は選択問題で、そのうち 4 問に解答いただきました。
2 つ目に選択・解答した問題の番号を記入し、その問題について、
次のページのアンケートにお答えください。

選択した問題番号 []

領域 (その問題の領域にチェックを入れてください)

- 物理領域
- 化学領域
- 生物領域
- 理数融合領域①
- 理数融合領域②

この問題について、あなたの考えをお聞かせください。

	思 わ な い	思 わ な い が あ る	思 わ な い が あ る が あ ら ず	思 わ な い が あ る が あ ら ず が あ る	思 わ な い が あ る が あ ら ず が あ る が あ る
1. この問題は難しかったですか、易しかったですか・・・	1	2	3	4	5

以下の質問について、あなたの考えにあてはまる数字に丸印をつけてください。

	あ ま り 思 わ な い	あ ま り 思 わ な い が あ る	あ ま り 思 わ な い が あ る が あ ら ず	あ ま り 思 わ な い が あ る が あ ら ず が あ る	あ ま り 思 わ な い が あ る が あ ら ず が あ る が あ る
1. この問題は、これまでに覚えた知識や 解法のパターンで十分に解答できる・・・	1	2	3	4	5
2. この問題は、高等学校で学んだ内容や 身につけた能力で十分に解答できる・・・	1	2	3	4	5
3. この問題を解くために必要な能力は センター試験で求められるものとは違うと思う・・・	1	2	3	4	5
4. この問題を解くために必要な能力は 大学の個別入試で求められるものとは違うと思う・・・	1	2	3	4	5

次のページにすすんでください

問題 I~V は選択問題で、そのうち 4 問に解答いただきました。
3 つ目に選択・解答した問題の番号を記入し、その問題について、
次のページのアンケートにお答えください。

選択した問題番号 []

領域 (その問題の領域にチェックを入れてください)

- 物理領域
- 化学領域
- 生物領域
- 理数融合領域①
- 理数融合領域②

この問題について、あなたの考えをお聞かせください。

	思 わ な い	思 わ な い が あ る	思 わ な い が あ る が あ ら ず	思 わ な い が あ る が あ ら ず が あ る	思 わ な い が あ る が あ ら ず が あ る が あ る
1. この問題は難しかったですか、易しかったですか・・・	1	2	3	4	5

以下の質問について、あなたの考えにあてはまる数字に丸印をつけてください。

	あ ま り 思 わ な い	あ ま り 思 わ な い が あ る	あ ま り 思 わ な い が あ る が あ ら ず	あ ま り 思 わ な い が あ る が あ ら ず が あ る	あ ま り 思 わ な い が あ る が あ ら ず が あ る が あ る
1. この問題は、これまでに覚えた知識や 解法のパターンで十分に解答できる・・・	1	2	3	4	5
2. この問題は、高等学校で学んだ内容や 身につけた能力で十分に解答できる・・・	1	2	3	4	5
3. この問題を解くために必要な能力は センター試験で求められるものとは違うと思う・・・	1	2	3	4	5
4. この問題を解くために必要な能力は 大学の個別入試で求められるものとは違うと思う・・・	1	2	3	4	5

次のページにすすんでください

問題 I～V は選択問題で、そのうち 4 問に解答いただきました。
4 つ目に選択・解答した問題の番号を記入し、その問題について、
次のページのアンケートにお答えください。

選択した問題番号 []

領域 (その問題の領域にチェックを入れてください)

- 物理領域
- 化学領域
- 生物領域
- 理数融合領域①
- 理数融合領域②

この問題について、あなたの考えをお聞かせください。

	満足 した ため に 満足 した ため に 満足 した ため に	満足 した ため に 満足 した ため に 満足 した ため に	満足 した ため に 満足 した ため に 満足 した ため に	満足 した ため に 満足 した ため に 満足 した ため に	満足 した ため に 満足 した ため に 満足 した ため に
1. この問題は難しかったですか、易しかったですか・・・	1	2	3	4	5

以下の質問について、あなたの考えにあてはまる数字に丸印をつけてください。

	満足 した ため に 満足 した ため に 満足 した ため に	満足 した ため に 満足 した ため に 満足 した ため に	満足 した ため に 満足 した ため に 満足 した ため に	満足 した ため に 満足 した ため に 満足 した ため に	満足 した ため に 満足 した ため に 満足 した ため に
1. この問題は、これまでに覚えた知識や 解法のパターンで十分に解答できる	1	2	3	4	5
2. この問題は、高等学校で学んだ内容や 身につけた能力で十分に解答できる	1	2	3	4	5
3. この問題を解くために必要な能力は センター試験で求められるものとは違うと思う	1	2	3	4	5
4. この問題を解くために必要な能力は 大学の個別入試で求められるものとは違うと思う	1	2	3	4	5

次のページにすすんでください

次のページでは、
今回解答いただいた 4 つの問題すべてに関して、
あなたのお考えをお伺いします。

今回解答した問題全体を通して、あなたのお考えを伺います。
今回解答した問題を解くためには、以下の事柄はどの程度重要だと思えますか。
あなたの考えにあてはまる数字に丸印をつけてください。

	満足 した ため に 満足 した ため に 満足 した ため に	満足 した ため に 満足 した ため に 満足 した ため に	満足 した ため に 満足 した ため に 満足 した ため に	満足 した ため に 満足 した ため に 満足 した ため に	満足 した ため に 満足 した ため に 満足 した ため に
1. 問題の解き方を覚えておくこと	1	2	3	4	5
2. 仮説を検証する方法を考えること	1	2	3	4	5
3. 複数の情報を統合し、新しい考えをまとめること	1	2	3	4	5
4. 今回と同じような問題を何回も解いて慣れること	1	2	3	4	5
5. 用語を暗記しておくこと	1	2	3	4	5
6. 資料やグラフから、 問題解決に必要な情報を読み取ること	1	2	3	4	5
7. 公式を暗記しておくこと	1	2	3	4	5
8. 実験結果にもとづいて仮説を立てること	1	2	3	4	5
9. 身近な現象について科学的な根拠にもとづいて 解釈したり、説明したりすること	1	2	3	4	5

次のページにすすんでください

これまでのセンター試験で出題されたような問題を解くためには、以下の事柄はどの程度重要だと思いますか。あなたの考えにあてはまる数字に丸印をつけてください。

	全く覚えていない	あまり覚えていない	覚えていない	覚えていない	覚えていない
1. 問題の解き方を覚えておくこと	1	2	3	4	5
2. 仮説を検証する方法を考えること	1	2	3	4	5
3. 複数の情報を統合し、新しい考えをまとめること	1	2	3	4	5
4. センター試験と同じような問題を何回も解いて慣れること	1	2	3	4	5
5. 用語を暗記しておくこと	1	2	3	4	5
6. 資料やグラフから、問題解決に必要な情報を読み取ること	1	2	3	4	5
7. 公式を暗記しておくこと	1	2	3	4	5
8. 実験結果にもとづいて仮説を立てること	1	2	3	4	5
9. 身近な現象について科学的な根拠にもとづいて解釈したり、説明したりすること	1	2	3	4	5

次のページにすすんでください

あなたが理科を勉強する理由として、以下の項目はどの程度あてはまりますか。あなたの考えにあてはまる数字に丸印をつけてください。

	全くあてはまらない	あまりあてはまらない	あてはまる	あてはまる	あてはまる
1. 問題を解くことがおもしろいから	1	2	3	4	5
2. 将来の成功につながるから	1	2	3	4	5
3. 勉強で友だちに負けたくないから	1	2	3	4	5
4. やらないと周りの人がうるさいから	1	2	3	4	5
5. 難しいことに挑戦することがおもしろいから	1	2	3	4	5
6. 自分の夢を実現したいから	1	2	3	4	5
7. 友だちより良い成績をとりたいたから	1	2	3	4	5
8. 周りの人から、やらないといわれるから	1	2	3	4	5
9. 勉強すること自体がおもしろいから	1	2	3	4	5
10. 自分の希望する大学に進みたいから	1	2	3	4	5
11. 周りの人にかしこいと思われたいから	1	2	3	4	5
12. 成績が上がると、怒られるから	1	2	3	4	5

高等学校（以下、高校と表記）での学修内容について、以下の質問に回答してください。

1. 以下の項目から、あなたが卒業した高校の学科にあてはまるものを選び、数字に丸印をつけてください。

<学科>

1. 普通科 2. 理数科 3. 国際科 4. 総合学科 5. 高等学校卒業程度認定試験
6. 専門学科[※] 7. その他[※]

[※]専門学科またはその他を選択した場合は、

学科名をカッコ内に具体的に記入してください。
()

2. 下記の科目のうち、高校で履修した科目としてあてはまるものをすべて選び、数字に丸印をつけてください。

<数学科>

1. 数学Ⅰ 2. 数学Ⅱ 3. 数学Ⅲ 4. 数学A 5. 数学B 6. 数学活用

<理科>

1. 科学と人間生活 2. 物理基礎 3. 物理 4. 化学基礎 5. 化学
6. 生物基礎 7. 生物 8. 地学基礎 9. 地学 10. 理科課題研究

<理数科>

1. 理数数学Ⅰ 2. 理数数学Ⅱ 3. 理数数学特論 4. 理数物理 5. 理数化学
6. 理数生物 7. 理数地学 8. 課題研究

3. あなたが高校で受けた授業の中に、理科や数学にかかわる課題発見や問題解決を目的とする授業（例えば、「理数探究」など）がありましたか。以下の選択肢から、あてはまる数字に丸印をつけてください。

1. はい 2. いいえ 3. 分からない（覚えていない）

4. あなたが卒業した高校はスーパーサイエンスハイスクール（SSH）に指定されていましたが、以下の選択肢から、あてはまる数字に丸印をつけてください。

1. はい 2. いいえ 3. 分からない（覚えていない）

以上でアンケートは終了です。ご協力ありがとうございました。

次世代型
理科・理数融合
問題冊子

解答上の注意

- 1 指示があるまで、この問題冊子は開けないでください。
- 2 机の上には、筆記用具（鉛筆、シャープペンシル、消しゴム）、時計（計算機のないもの）以外のものは置かないでください。
- 3 この問題冊子には、①～④の4問があります。すべての問題に解答してください。総ページは28ページです。
- 4 解答は、解答冊子に記入してください。
- 5 配布した問題冊子は、持ち帰らないでください。

©大学入学共通教育推進委託事業 理数分野 2018
無断転載・複写・転用禁止

I 必須問題（物理領域①）

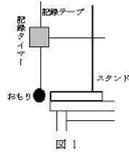
1. 物理基礎の授業で、40名の生徒が以下のような実験を行った。実験結果・考察に関する説明に答えよ。

目的

物理の教科書には「空気抵抗がなければ理想的な状況では、物体が落下するときの重力加速度は物体の質量による約9.8[m/s²]である」と記載されている。このことを調べるために、質量の異なる物体を落下させ、物体が落下するときの加速度を測定し、考察する。

実験方法および実験装置

- [1] 落下物（おもりと記録テープを合わせた物体）の質量を測定する。
- [2] 図1の装置を設置する。
- [3] 静かに手を放して、落下物の落下運動を記録タイマーで記録する。記録タイマーは記録テープに0.1[s]毎に打点を打つ。（図2）
- [4] 記録テープより平均の落下速度を計算し、平均の落下速度と時間のグラフ（v-t図）を作成する。
- [5] v-t図の傾きから、落下加速度を求める。



(1) 図2は、実験手順 [3] で得られた記録テープの一例である。この記録テープに記録された落下物の運動について0.1[s]から0.2[s]における平均の落下速度を算出せよ。

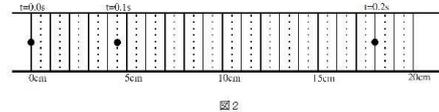
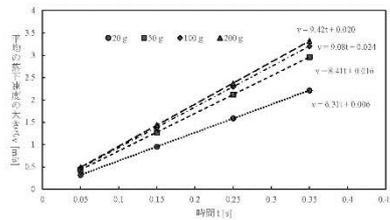


図2

(2) 図3は実験手順 [4] で得られた v-t 図の一例である。図3に示すように、測定を行った時間の範囲内では、どの質量の実験においても、速さは時間の1次関数（直線）としてよく表現できている。このことから、落下物にはたらく力の合力の性質について述べたものとして、適切なものを次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① 落下物の速さによらず、力の大きさは一定である。
- ② 落下物の速さに比例して、力の大きさは大きくなる。
- ③ 落下物の速さの乗に比例して、力の大きさは大きくなる。
- ④ 落下物の速さの平方根に比例して、力の大きさは大きくなる。



（図中の直線はデータ点からのずれが最も小さくなるように引いた直線である。）

図3

(3) 質量20g、50g、100g、200gの落下物について、40人が得た落下加速度の平均値2次の表1のようになった。表1の落下加速度の平均値はどの質量でも、教科書に記載されている重力加速度の値9.8[m/s²]より小さな値となった。これは手を離した後、落下物に空気抵抗のような落下物に作用する力がはたらくていかに弱かと思える。このような力として、どのようなものが考えられるか、空気抵抗以外の力を答えよ。

落下物の質量 [g]	20	50	100	200
落下の加速度 [m/s ²]	6.5	8.4	9.1	9.4

(4) 落下物にはたらく重力以外の力の合力の大きさを F [N] として、落下物に対する運動方程式を立てよ。ただし、落下物の下向きの加速度を a [m/s²]、落下物の質量を m [kg]、実験を行っている地点での重力加速度の大きさを g [m/s²] とする。

(5) 表1の結果を縦軸に測定された落下速度の平均値、横軸に落下物の質量または質量の逆数をとり、グラフで表したものが図4である。図4の右図からわかるように、落下物の測定された落下加速度の平均値と質量の逆数の関係は直線でよく近似されている。このことから、落下物にはたらく重力以外の力の合力の大きさ F の性質について述べたものとして、適切なものを次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① F は落下物の質量に比例して大きくなる。
- ② F は落下物の質量の逆数に比例して大きくなる。
- ③ F は落下物の質量に関係なく一定である。
- ④ F は落下物の速さに関係なく一定である。
- ⑤ F は落下物の速さに比例して大きくなる。

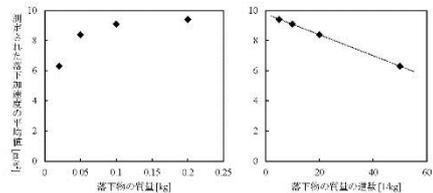


図4

(a) 図4の右図において4つのびんが点の最も近くを通る直線の方程式が、横軸を x 、縦軸を y として、 $y = ax + b$ (a, b は実数) で表されたとする。このとき、重力加速度 g [m/s^2] の大きさと血力以外の力 F [N] の大きさを a, b で表したときの組み合わせとして、適切なものを次の①～⑧のうちから一つ選べ。

	g	F
①	a	b
②	a	$\frac{1}{b}$
③	a	$-b$
④	a	$-\frac{1}{b}$
⑤	b	a
⑥	b	$\frac{1}{a}$
⑦	b	$-a$
⑧	b	$-\frac{1}{a}$

- 9 -

II 必須問題 (物理領域②)

1. 下の問いに答えなさい。

水平面と角度 θ ($0 < \theta < \pi/2$) をなす十分に長い斜面に沿って一次元運動する小物体を考える。すなわち、斜面の最大傾斜角方向に x 軸をとり、 x 軸上を運動する小物体を考える。ただし、斜面 上方を x 軸の正方向(速度 v の正方向)とする。また小物体と斜面の間の静止摩擦係数を μ 、動摩擦係数を μ_k 、重力加速度の大きさを g とする。

時刻 $t = 0$ に小物体を速さ $v_0 > 0$ で斜面上方へ動かした始めた場合(ケース A, $v_0 = 0$)と、斜面下方へ速さ $v_0 > 0$ で動かした始めた場合(ケース B, $v_0 = 0$)を考えると、それぞれ θ の値によってその後の運動の定性的な振る舞いが異なる。 $\tan \theta, \mu$ を満たす角度 $\theta_1, \tan \theta, \mu$ を満たす角度 θ_2 と θ の大小関係で場合分けを行い、次の解答群の中から適切なものを選んで以下の表を完成せよ。ただし、 $0 < \theta_1 < \pi/2$, $0 < \theta_2 < \pi/2$ である。例は、左図の右へ θ が大きくなる順で並べる。それぞれの表には最大3通りの場合分けができるよう3列用意してあるが、場合分けが3通り未満でも右側に不要な列が空になる場合はその列すべてを空白にし、①0 空欄)を選べよ。また右図は、 $\theta = \theta_1$ の場合を除くものとする。

ケース A (最初、斜面上方に向けて動かした始めた場合)

θ の値・範囲	(ア)	(イ)	(ロ)
定性的振る舞い	(1)	(2)	(3)
速度 v の区	(ク)	(カ)	(ケ)

ケース B (最初、斜面下方に向けて動かした始めた場合)

θ の値・範囲	(ニ)	(ホ)	(ヘ)
定性的振る舞い	(4)	(5)	(6)
速度 v の区	(シ)	(ス)	(セ)

- 8 -

(ア), (イ), (ロ), (ク), (カ), (ケ) の解答群

- ① 空欄 ② $\theta < \theta_1$ ③ $\theta < \theta_2$ ④ $\theta < \theta_1$
 ⑤ $\theta_1 < \theta < \theta_2$ ⑥ $\theta_2 < \theta < \theta_1$ ⑦ $\theta_1 < \theta$ ⑧ $\theta_2 < \theta$

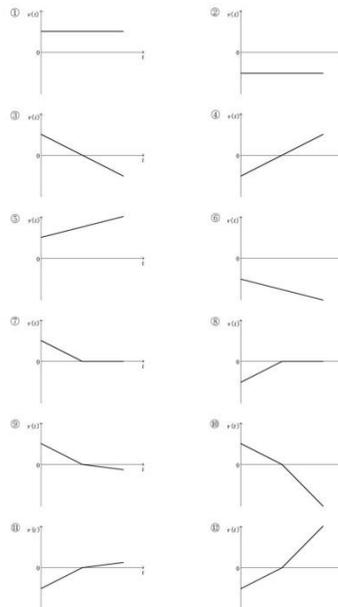
(1), (2), (3), (4), (5), (6) の解答群

- ① 空欄
 ② 減速し続ける(速さ $|v|$ が減り続ける)
 ③ 加速し続ける(速さ $|v|$ が増え続ける)
 ④ 等速で動き続ける
 ⑤ 減速(速さ $|v|$ が減少)し速度が0になった後、反対方向に加速(速さ $|v|$ が増加)する。
 ⑥ 減速(速さ $|v|$ が減少)し速度が0になった後静止し続ける。

- 9 -

(ク), (カ), (ケ), (シ), (ス), (セ) の解答群

① 空欄



- 10 -

Ⅲ 必須問題 (化学領域)

1. 次の文を読み、15ページの別添資料を参考に下の問い(1)～(7)に答えなさい。
 高校1年生の京太郎くんは夏の部活動中、自宅で完全に凍らせておいたスポーツドリンクが少し融けたときに飲むと、凍らせる前よりも甘味が強くなっていることに気がついた。このことを先生に話すと、これを課題研究のテーマに設定してみてどうかと提案され、水溶液の凝固について課題研究を行うことにした。

京太郎くんの観察結果

- 甘味が強くなるのは少し融けたときに飲んだ場合であった。
- 凍っている部分が残っているときには飲まずに、全て融けきってから飲んだ場合、甘みの強さは凍らせる前と同じであった。
- 一部融けた状態(状態1)で凍らせている部分を飲んでみると甘味が強かった。その時点での凍らせている部分(水溶液)をすべて飲み干した後、凍っている部分が全て融けてから(状態2)味を確かめると、甘味は弱かった。



- (1) 観察結果より、京太郎くんは次の仮説を立てた。
 仮説：「水溶液を冷却し、水溶液が凍っていく過程で、凍っている部分に溶質は含まれない」
 この仮説を確かめるための実験操作として最も適切なものを、次の①～④のうちから一つ選び番号で答えなさい。

- 10%塩化ナトリウム水溶液の凝固点を調べる。
- 10%塩化ナトリウム水溶液を冷却し水溶液中に固体が生成し始めたときから一定時間ごとに水溶液を取り出し、その水溶液の塩化ナトリウム濃度を調べる。
- 10%塩化ナトリウム水溶液を冷却し、水溶液中に固体が生成し始める温度を調べる。
- 10%塩化ナトリウム水溶液を冷却し、水溶液すべてが凝固する温度を測定する。

- 12 -

京太郎くんは(1)で立てた仮説を確かめるための実験を行っている際に、水溶液の凝固点は純水の凝固点(0°C)よりも低くなることに気がついた。そこで、水溶液の濃度と凝固点との関係を探るため、次の【実験1】を行った。実験結果の表中の ΔT [K] は凝固点降下とよばれる値であり、水の凝固点0°Cと測定した水溶液の凝固点 T_f [°C] から、以下の式で求められる。

$$\Delta T [K] = 0 - T_f [^{\circ}C]$$

【実験1】

グルコースを水100gに溶解させ、凝固点を測定した。次の表は、溶かしたグルコースの質量 [g] と凝固点降下 ΔT [K] の関係を示している。

溶かしたグルコースの質量 [g]	2.00	4.00	6.00
ΔT [K]	0.207	0.413	0.620

次に、京太郎くんは溶質の種類によって水の凝固点がどの程度低くなるのか、その影響を調べるため、以下の【実験2】、【実験3】を行った。

【実験2】

尿素を水100gに溶解させ、凝固点を測定した。次の表は、溶かした尿素の質量 [g] と凝固点降下 ΔT [K] の関係を示している。

溶かした尿素の質量 [g]	2.00	4.00	6.00
ΔT [K]	0.620	1.24	1.86

【実験3】

塩化ナトリウムを水100gに溶解させ、凝固点を測定した。次の表は溶かした塩化ナトリウムの質量 [g] と凝固点降下 ΔT [K] の関係を示している。

溶かした塩化ナトリウムの質量 [g]	2.00	4.00	6.00
ΔT [K]	1.28	2.56	3.84

- 13 -

- (2) 【実験1】の全ての結果を解答欄のグラフ用紙に「○」で点を打ちなさい。線は引く必要はない。
- (3) 【実験2】の全ての結果を解答欄のグラフ用紙に「×」で点を打ちなさい。線は引く必要はない。
- (4) 【実験1】、【実験2】の結果に基づき考察として適切でないものはどれか、下の①～⑤のうちから番号で答えなさい。ただし、複数ある場合はすべて答えなさい。
- 溶解させたグルコースの物質量と凝固点降下は比例の関係にある。
 - 溶媒が水である場合、溶質1.00gあたりの凝固点降下は溶質の種類には関係なく一定である。
 - 水溶液の凝固点降下量は溶質の質量に比例する。
 - 同じ質量で比較した場合、尿素の方がグルコースよりも凝固点を低下させる効果は大きい。
 - 凝固点降下は溶質の種類に関係なく、溶質の種類と物質量によって決まる。
 - 凝固点降下は溶質の種類に関係なく、溶質の物質量によって決まる。
- (5) 【実験3】の全ての結果を解答欄のグラフ用紙に「△」で点を打ちなさい。線は引く必要はない。
- (6) 【実験3】の結果に基づき考察を行った場合、【実験1】と【実験2】の結果に基づき考察とは矛盾する点がある。矛盾すると考えられる考察を(4)の①～⑤から選び番号で答えなさい。ただし、(4)で適切でないと思惟したものを選ぶことはできない。また、複数ある場合はすべて答えなさい。
- (7) 【実験1】～【実験3】より、硝酸カリウム3.48gを水100gに溶かしたときの凝固点降下 ΔT [K] を予想しなさい。ただし、答えは有効数字2桁で求めなさい。

- 14 -

別添資料

表1 純物質の融点、モル質量

名称	化学式	1気圧で測定したときの融点 [°C]	モル質量 [g/mol]	水100gに対する溶解量 (20°C)
酸素	O ₂	-218.9	32	3.11 mL
ナトリウム	Na	99.9	23	—
マグネシウム	Mg	650	24	—
塩素	Cl ₂	-101.0	71	230 mL
カルシウム	Ca	851	80	—
ヨウ素	I ₂	113.7	254	0.029 g
水	H ₂ O	0	18	—
二酸化炭素	CO ₂	-78.5 (昇華点)	44	87.8 mL
塩化水素	HCl	-114.2	36.5	77.0 g
硫酸	H ₂ SO ₄	10.4	98	—
硝酸	HNO ₃	-41.3	63	—
水酸化ナトリウム	NaOH	318.4	39	109 g
水酸化マグネシウム	Mg(OH) ₂	加熱分解	58	0.09 g
水酸化カルシウム	Ca(OH) ₂	加熱分解	56	0.16 g
塩化ナトリウム	NaCl	800	58	35.8 g
塩化コバルト	CoCl ₂	735	130	52.9 g
硫酸ナトリウム	Na ₂ SO ₄	884	142	19.4 g
硫酸マグネシウム	MgSO ₄	1155	120	33.7 g
硫酸銅(Ⅱ)	CuSO ₄	—	160	20.1 g
硝酸カリウム	KNO ₃	339	101	31.6 g
硝酸銀	AgNO ₃	208.5	170	215 g
炭酸カルシウム	CaCO ₃	加熱分解	100	0.091 g
炭酸水素ナトリウム	NaHCO ₃	加熱分解	84	9.55 g
ヨウ化マグネシウム	MgI ₂	加熱分解	278	140 g
グルコース	C ₆ H ₁₂ O ₆	146.5	180	—
尿素	CO(NH ₂) ₂	132	60	—

表1の融点等の値は「岩波理化学辞典増訂版(増訂第8刷)」、「化学便覧基礎編改訂4版」、「安全データシート(昭和化学株式会社)」等を参考にしている。なお、記載がなかったものは「—」としている。

- 15 -

2. 次の文章を読み、15ページの別添資料を参考に下の問い(1)～(3)に答えなさい。
先生と京子さんが薬品庫の薬品を整理していると、次の図のような薬品ラベ4のはがれた薬品瓶を発見した。薬品瓶の中には、白色の固体が入っていた。



京子さんはその見た目から、「この白色固体は水酸化カルシウムではないか」と考え、先生に尋ねた。

京子：「先生、この試験瓶に入っているのは白色固体なので、水酸化カルシウムだと思います。」
先生：「白色粉末だけで水酸化カルシウムと決めることはできますか。」
京子：「うーん。じゃあ水に溶かしてpHを測定し、塩基性であることを確かめます。」
先生：「塩基性の白色固体は水酸化ナトリウムなど、他にも考えられますね。物質を特定するためには複数の実験を行う必要があります。京子さん、この白色固体が水酸化カルシウムであることを確かめるための実験計画を立ててみてはいかがでしょうか。」
京子：「分かりました。やってみます！」

- (1) 下線部(ア)について、京子さんは先生の助言をもとに実験計画を立て、想定される結果についてもまとめた。以下は、京子さんがまとめたレポートである。空欄①～④に当てはまる実験方法もしくは想定結果を答えなさい。

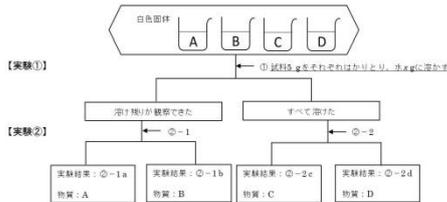
京子さんの実験計画

【実験1】水溶性を確かめる	⇒【想定結果1】溶けにくい
【実験2】フェノールフタレイン溶液を 加える	⇒【想定結果2】(①)
【実験3】炎色反応を確かめる	⇒【想定結果3】(②)
【実験4】加熱する	⇒【想定結果4】(③)
【実験5】(④)	⇒【想定結果5】炭酸カルシウムの 白色沈殿が生成する

京子さんは先ほどの実験計画に従って実験を行ったところ、想定結果ではない結果になり、白色固体は水酸化カルシウムではないことが分かった。

京子：「先生、水酸化カルシウムではありませんでした。」
先生：「やはりそうでしたか。実は、(ア)かつその瓶の周辺には塩化ナトリウム・炭酸水素ナトリウム・水酸化マグネシウム・ヨウ化マグネシウムがあったようです。」
京子：「……」
先生：「この白色固体は、塩化ナトリウム・炭酸水素ナトリウム・水酸化マグネシウム・ヨウ化マグネシウムのいずれかであると考えられますので、このうちの一つを特定するための実験を考えましょう。」

- (2) 下線部(イ)について、この白色固体が塩化ナトリウム・炭酸水素ナトリウム・水酸化マグネシウム・ヨウ化マグネシウムのいずれかであるとき、白色固体を特定する実験のフローチャートを下図のように考えた。ただし、白色固体は純物質であり、各実験では試料の一部を試験瓶から新しく取り出して用いる。また安全上、直接試薬を触る、強を確認するといった実験操作は出来ない。



- (a) 実験①では、水溶性によって4種類の試料を2つのグループに分ける。試料5gをそれぞれはかりとり水に溶かす場合、溶け残りが観察できるもの2つ(炭酸水素ナトリウムと水酸化マグネシウム)、すべて溶けるもの2つ(塩化ナトリウムとヨウ化マグネシウム)という結果を得るための水x[g]の範囲を求めよ。ただし、数値は小数第2位を四捨五入し、小数第1位まで示せ。

- (b) 実験②では、4種類の試料を一つずつに分類する。②-1と②-2に当てはまる実験方法及びその方法によって得られる実験結果②-1a、②-1b、②-2c、②-2dを答えよ。また、その実験結果によって特定される物質A～Dの化学式を答えよ。ただし、各実験方法は(1)で京子さんが考えた実験を含む方法は除くものとする。

フローチャートに従って実験したところ白色固体が塩化ナトリウムに該当することがわかった。

京子：「白色固体は塩化ナトリウムだと思います。」
先生：「薬品名を記録しておくと思いますが、最後にこの塩化ナトリウムだと特定するための実験を考えてみましょう。」

- (3) 下線部(ウ)について、塩化ナトリウムであることを確認するための実験方法及びその方法によって得られる想定結果の例を2つ挙げなさい。ただし、本問については、(2)の実験①、実験②に用いた実験方法は除くものとする。

IV 必須問題 (理数融合領域)

1. 次の文章を読み、下の問い(1)~(4)に答えなさい。

金属の結晶には、図1のように、立方体の各頂点および各面の中心に原子が配置され、それらが連なってできているような構造になっているものがある。このような構造を面心立方格子という。

ここでは、図2のように、それぞれの原子を球と見なし、球が面心立方格子の構造に配置され、お互いが隣接するようなモデルを考える。

さらに、外側に置かれた球が各面に内接するような立方体を考える。この立方体を「一辺が2個の面心立方格子の立方体」とよぶことにする。なお、「面心立方格子の立方体」は、球(原子)のみできている。立方体内部のすき間には物質は存在しないものとする。

このとき、球の半径を a [cm]、立方体の辺に沿って配置される球の中心間の距離を d [cm] とすると、直角二等辺三角形の辺の比より $d = 2\sqrt{2}a$ であることがわかる。

次に、図3のように、半径 a [cm] の球を面心立方格子となるように配置して、「一辺が3個の面心立方格子の立方体」を考える。この立方体の一辺の長さは、 $2a + 2d = (2+4\sqrt{2})a$ [cm] となる。

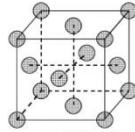


図1 面心立方格子の構造

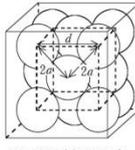


図2 面心立方格子のモデル (一辺が2個の面心立方格子の立方体)

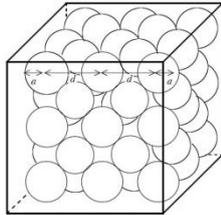


図3 一辺が3個の面心立方格子の立方体

(1) 「面心立方格子の立方体」の中にある球の個数を調べるために、図4のように、底面から見て同じ高さにある球をひとまとめでして、別の高さの球とは切り離して区分した「層」を考えることにする。

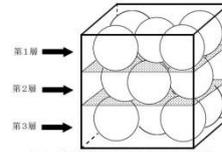


図4 層別に分けた面心立方格子の立方体

図4からわかるように、「一辺が2個の面心立方格子の立方体」を層に分けたとき、第1層にある球は5個であり、第2層にある球は4個である。次の文中の空欄(ア)~(イ)に当てはまる数を答えなさい。

「一辺が3個の面心立方格子の立方体」を層に分けたとき、第1層にある球は(ア)個であり、第2層にある球は(イ)個である。したがって、「一辺が3個の面心立方格子の立方体」に含まれる球の個数は、全部で(ロ)個である。

(2) 「一辺が5個の面心立方格子の立方体」を考える。次の文中の空欄(ウ)~(ク)に当てはまる数を答えなさい。なお、(キ)と(ク)に当てはまる数は、有効数字2桁の近似値で答えなさい。

この立方体を層に分けたとき、第1層にある球は(ウ)個であり、第2層にある球の個数は(キ)個である。したがって、「一辺が5個の面心立方格子の立方体」に含まれる球の個数は全部で(ク)個である。

ここで、球の半径が1.2 [cm]、球1個の重さが45 [g]であるとする。「一辺が5個の面心立方格子の立方体」の一辺の長さは(キ) [cm]であるから、この立方体の密度は(ク) [g/cm³]である。

(3) X線を利用すると、結晶の構造を調べることができる。この方法を用いてある金属の結晶の構造を調べたところ、結晶は面心立方格子であり、立方体の辺に沿って配置される隣り合った原子の中心間の距離は 3.6×10^8 [cm] であった。次の文中の空欄(ケ)に当てはまる数を、 1.2×10^8 のように、整数部分が1桁の小数とし、10の累乗の積の形に表し、有効数字2桁の近似値で答えなさい。

この金属の結晶で、一辺が9.0 [cm] の立方体を考えるとき、この立方体は「一辺が(ケ)個の面心立方格子の立方体」といえる。

(4) 下の文中の空欄(コ)に当てはまる数を有効数字2桁の近似値で答えなさい。さらに、(サ)に当てはまる最も適当なものを、下の①~⑥のうちから一つ選び番号で答えなさい。

【面心立方格子の構造をもつ主な金属の原子量】

アルミニウム 27.0 ニッケル 58.7 銅 63.5 銀 107.9 金 197.0 鉛 207.2

化学では、原子 6.0×10^{23} 個分の質量 [g] を、その原子の原子量という。この金属の結晶の密度が 9.0 [g/cm³] であるとするとき、上で述べた、一辺が 9.0 [cm] の立方体の金属の結晶に含まれている原子の個数から、この金属の原子量は(コ)である。

したがって、【面心立方格子の構造をもつ主な金属の原子量】の値から、この金属は(サ)であると推測される。

- ①アルミニウム ②ニッケル ③銅 ④銀 ⑤金 ⑥鉛

次世代型
理科・理数融合
解答冊子

<input type="text"/>	大学
<input type="text"/>	学部
<input type="text"/>	学科・コース
【学生番号】	【氏名】
<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>

I 必須問題（物理領域①） 解答用紙

1.

(1)	(2)	
(5)		
(4)	(5)	(6)

II 必須問題（物理領域②） 解答用紙

1.

最初、斜面上方に向けて動かした時

(ア)	(イ)	(ロ)
(イ)	(ウ)	(エ)
(ウ)	(オ)	(カ)

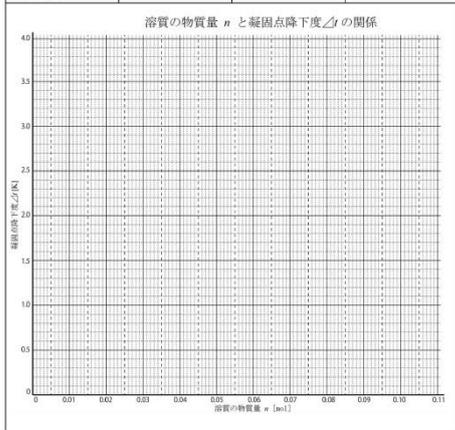
最初、斜面下方に向けて動かした時

(キ)	(ク)	(ケ)
(コ)	(カ)	(チ)
(シ)	(ソ)	(ツ)

III 必須問題（化学領域） 解答用紙

1.

(1)	(2) 下のグラフ用紙に○で 解答しなさい	(3) 下のグラフ用紙に×で 解答しなさい	(4)
(5) 下のグラフ用紙に△で 解答しなさい	(6)	(7) K	



2.

(1)	①		
	②		
	③		
	④		
(2)	(a)	$< x \leq$	
	実験方法 ②-1		
	実験結果 ②-1a	物質 A	
	実験結果 ②-1b	物質 B	
	(b)	実験方法 ②-2	
	実験結果 ②-2c	物質 C	
実験結果 ②-2d	物質 D		

(3)	1 つ 目	実験方法
		想定結果
	2 つ 目	実験方法
		想定結果

- 6 -

IV 必須問題（理数融合領域） 解答用紙

1.

(1)(ア)	(イ)	(ウ)
(2)(エ)	(オ)	(カ)
(3)(キ)	(ク)	
(4)(ケ)	(4)(コ)	(サ)

- 7 -

試験実施後のアンケート

- ・次からのページでは、解答していただいた4つの問題それぞれについて、あなたの印象をお伺いします。
- ・得られた回答は統計的に処理し、全体的な傾向を把握するために使用します。
- ・あなた自身の回答を取り上げたりすることは絶対にありません。回答内容が成績や評価に影響することも絶対にありません。
- ・回答に正解・不正解といった基準はありませんので、あなたのご意見を率直にお答えください。
- ・回答は任意ですので、答えたくない項目にはお答えいただかなくてかまいません。

ご協力をよろしくお願いします

問題1 物理領域①について、
次のページのアンケートにお答えください。

この問題について、あなたの考えをお聞かせください。

1. この問題は難しかったですか、易しかったですか・・・

	1	2	3	4	5
難しかったですか					
易しかったですか					

以下の質問について、あなたの考えにあてはまる数字に丸印をつけてください。

1. この問題は、これまでに覚えた知識や解法のパターンで十分に解答できる・・・

2. この問題は、高等学校で学んだ内容や身につけた能力で十分に解答できる・・・

3. この問題を解くために必要な能力はセンター試験で求められるものとは違うと思う・・・

4. この問題を解くために必要な能力は大学の個別入試で求められるものとは違うと思う・・・

次のページにすすんでください

問題 II 物理領域②について、
次のページのアンケートにお答えください。

この問題について、あなたの考えをお聞かせください。

1. この問題は難しかったですか、易しかったですか・・・

	1	2	3	4	5
難しかったですか					
易しかったですか					

以下の質問について、あなたの考えにあてはまる数字に丸印をつけてください。

1. この問題は、これまでに覚えた知識や解法のパターンで十分に解答できる・・・

2. この問題は、高等学校で学んだ内容や身につけた能力で十分に解答できる・・・

3. この問題を解くために必要な能力はセンター試験で求められるものとは違うと思う・・・

4. この問題を解くために必要な能力は大学の個別入試で求められるものとは違うと思う・・・

次のページにすすんでください

問題 III 化学領域について、
次のページのアンケートにお答えください。

この問題について、あなたの考えをお聞かせください。

1. この問題は難しかったですか、易しかったですか・・・

	1	2	3	4	5
易しかったですか					
難しかったですか					

以下の質問について、あなたの考えにあてはまる数字に丸印をつけてください。

1. この問題は、これまでに覚えた知識や解法のパターンで十分に解答できる・・・

2. この問題は、高等学校で学んだ内容や身につけた能力で十分に解答できる・・・

3. この問題を解くために必要な能力はセンター試験で求められるものとは違うと思う・・・

4. この問題を解くために必要な能力は大学の個別入試で求められるものとは違うと思う・・・

次のページにすすんでください

問題 IV 理数融合領域について、
次のページのアンケートにお答えください。

この問題について、あなたの考えをお聞かせください。

1. この問題は難しかったですか、易しかったですか・・・

	1	2	3	4	5
易しかったですか					
難しかったですか					

以下の質問について、あなたの考えにあてはまる数字に丸印をつけてください。

1. この問題は、これまでに覚えた知識や解法のパターンで十分に解答できる・・・

2. この問題は、高等学校で学んだ内容や身につけた能力で十分に解答できる・・・

3. この問題を解くために必要な能力はセンター試験で求められるものとは違うと思う・・・

4. この問題を解くために必要な能力は大学の個別入試で求められるものとは違うと思う・・・

次のページにすすんでください

次のページでは、
今回解答いただいた4つの問題すべてに関して、
あなたのお考えをお伺いします。

今回解答した問題全体を通して、あなたのお考えを伺います。
今回解答した問題を解くためには、以下の事柄ほどの程度重要だと思いませんか。
あなたの考えにあてはまる数字に丸印をつけてください。

	全く重要ではない （1）	あまり重要ではない （2）	ある程度重要だ （3）	重要だ （4）	非常に重要だ （5）
1. 問題の解き方を覚えておくこと	1	2	3	4	5
2. 仮説を検証する方法を考えること	1	2	3	4	5
3. 複数の情報を統合し、新しい考えをまとめること	1	2	3	4	5
4. 今回と同じような問題を何回も解いて慣れること	1	2	3	4	5
5. 用語を暗記しておくこと	1	2	3	4	5
6. 資料やグラフから、 問題解決に必要な情報を読み取ること	1	2	3	4	5
7. 公式を暗記しておくこと	1	2	3	4	5
8. 実験結果にもとづいて仮説を立てること	1	2	3	4	5
9. 身近な現象について科学的な根拠にもとづいて 解釈したり、説明したりすること	1	2	3	4	5

次のページにすすんでください

これまでのセンター試験で出題されたような問題を解くためには、以下の事柄ほどの程度重要だと思いませんか。あなたの考えにあてはまる数字に丸印をつけてください。

	全く重要ではない （1）	あまり重要ではない （2）	ある程度重要だ （3）	重要だ （4）	非常に重要だ （5）
1. 問題の解き方を覚えておくこと	1	2	3	4	5
2. 仮説を検証する方法を考えること	1	2	3	4	5
3. 複数の情報を統合し、新しい考えをまとめること	1	2	3	4	5
4. センター試験と同じような問題を何回も解いて 慣れること	1	2	3	4	5
5. 用語を暗記しておくこと	1	2	3	4	5
6. 資料やグラフから、 問題解決に必要な情報を読み取ること	1	2	3	4	5
7. 公式を暗記しておくこと	1	2	3	4	5
8. 実験結果にもとづいて仮説を立てること	1	2	3	4	5
9. 身近な現象について科学的な根拠にもとづいて 解釈したり、説明したりすること	1	2	3	4	5

次のページにすすんでください

あなたが理科を勉強する理由として、以下の項目ほどの程度あてはまりますか。
あなたの考えにあてはまる数字に丸印をつけてください。

	全くあてはまりません （1）	あまりあてはまりません （2）	ある程度あてはま ります （3）	重要にあてはま ります （4）
1. 問題を解くことがおもしろいから	1	2	3	4
2. 将来の成功につながるから	1	2	3	4
3. 勉強で友だちに負けたくないから	1	2	3	4
4. やらないと周りの人がうるさいから	1	2	3	4
5. 難しいことに挑戦することがおもしろいから	1	2	3	4
6. 自分の夢を表現したいから	1	2	3	4
7. 友だちより良い成績をとりたいから	1	2	3	4
8. 周りの人から、やらないといわれるから	1	2	3	4
9. 勉強すること自体がおもしろいから	1	2	3	4
10. 自分の希望する大学に進みたいから	1	2	3	4
11. 周りの人にかしいと思われたいから	1	2	3	4
12. 成績が下がると、怒られるから	1	2	3	4

高等学校（以下、高校と表記）での学修内容について、以下の質問に回答してください。

1. 以下の項目から、あなたが卒業した高校の学科にあてはまるものを選び、数字に丸印をつけてください。

<学科>
1. 普通科 2. 理数科 3. 国際科 4. 総合学科 5. 高等学校卒業程度認定試験
6. 専門学科[※] 7. その他[※]

[※]専門学科またはその他を選択した場合は、
学科名をカッコ内に具体的に記入してください。
()

2. 下記の科目のうち、高校で履修した科目としてあてはまるものをすべて選び、数字に丸印をつけてください。

<数学科>
1. 数学 I 2. 数学 II 3. 数学 III 4. 数学 A 5. 数学 B 6. 数学活用

<理科>
1. 科学と人間生活 2. 物理基礎 3. 物理 4. 化学基礎 5. 化学
6. 生物基礎 7. 生物 8. 地学基礎 9. 地学 10. 理科課題研究

<理数科>
1. 理数数学 I 2. 理数数学 II 3. 理数数学特論 4. 理数物理 5. 理数化学
6. 理数生物 7. 理数地学 8. 課題研究

3. あなたが高校で受けた授業の中に、理科や数学にかかわる課題発見や問題解決を目的とする授業（例えば、「理数探究」など）がありましたか。以下の選択肢から、あてはまる数字に丸印をつけてください。

1. はい 2. いいえ 3. 分からない（覚えていない）

4. あなたが卒業した高校はスーパーサイエンスハイスクール（SSH）に指定されていましたか。以下の選択肢から、あてはまる数字に丸印をつけてください。

1. はい 2. いいえ 3. 分からない（覚えていない）

以上でアンケートは終了です。ご協力ありがとうございました。

次世代型 理科・理数融合 問題冊子

解答上の注意

- 1 指示があるまで、この問題冊子には開けないでください。
- 2 机の上では、筆記用具（鉛筆、シャープペンシル、消しゴム）、時計（計算機のないもの）以外のものは置かないでください。
- 3 この問題冊子には、①～④の4問があります。すべての問題に解答してください。総ページは21ページです。
- 4 解答は、解答冊子に記入してください。
- 5 配布した問題冊子は、持ち帰らないでください。

○大学入学者選抜改革推進委員会 理数分野 2018
無断転載・複製・転用禁止

I 必須問題（物理領域①）

1. 物理基礎の授業で、40名の生徒が次のような実験を行った。実験結果・考察に関する下の問い(1)～(5)に答えなさい。

目的

物理の教科書には「空気の抵抗などがはたらかない理想的な状況では、物体が落下するときの重力加速度は物体の質量によらず約 $9.8 \text{ [m/s}^2\text{]}$ である」と記載されている。このことを調べるために、質量の異なる物体を落下させ、物体が落下するときの加速度を測定し、考察する。

実験方法および実験装置

- [1] 落下物（おもりと記録テープを合わせた物体）の質量を測定する。
- [2] 図1の装置を設置する。
- [3] 静かに手を放して、落下物の落下運動を記録タイマーで記録する。記録タイマーは記録テープに 0.1 [s] 毎に打点を打つ。（図2）
- [4] 記録テープより平均の落下速度を計算し、平均の落下速度と時間のグラフ（ $v-t$ 図）を作成する。
- [5] $v-t$ 図の傾きから、落下加速度を求める。

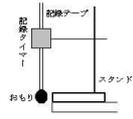


図1

(1) 図2は、実験手順 [3] で得られた記録テープの一例である。この記録テープに記録された落下物の運動について 0.1 [s] から 0.2 [s] における平均の落下速度を算出せよ。

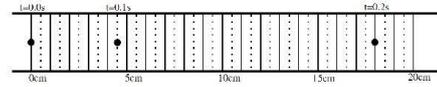
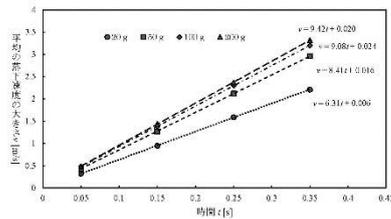


図2

(2) 図3は実験手順 [4] で得られた $v-t$ 図の一例である。図3に示すように、測定を行った時間の範囲内では、どの質量の実験においても、速度は時間の1次関数（直線）としてよく表現できている。このことから、落下物にはたらく力の合力の性質について述べたものとして、適切なものを次の①～④のうち一つ選び番号で答えなさい。

- ① 落下物の速さによらず、力の大きさは一定である。
- ② 落下物の速さに比例して、力の大きさは大きくなる。
- ③ 落下物の速さの乗に比例して、力の大きさは大きくなる。
- ④ 落下物の速さの平方根に比例して、力の大きさは大きくなる。



（図中の直線はデータ点からのずれが最も小さくなるように引いた直線である。）

図3

(3) 質量 20 g 、 50 g 、 100 g 、 200 g の落下物について、40人が得た落下加速度の平均値は次の表1のようになった。表1の落下加速度の平均値はその質量でも、教科書に記載されている重力加速度の値 $9.8 \text{ [m/s}^2\text{]}$ より小さな値となった。これは手を離した直後、落下物に空気抵抗のような落下を妨げる力がはたらいていたためだと考えられる。このような力として、どのようなものが考えられるか、空気抵抗以外の力を答えよ。

表1

落下物の質量 [g]	20	50	100	200
落下の加速度 [m/s^2]	6.3	8.4	9.1	9.4

(4) 表1の結果を縦軸に測定された落下加速度の平均値、横軸に落下物の質量または質量の逆数をとり、グラフで表したものが図4である。図4の右図からわかるように、落下物の測定された落下加速度の平均値と質量の逆数の関係は直線よく近似されている。このことから、落下物にはたらく重力以外の力の合力の大きさ F の性質について述べたものとして、適切なものを次の①～⑤のうちから一つ選び番号で答えなさい。

- ① F は落下物の質量に比例して大きくなる。
- ② F は落下物の質量の逆数に比例して大きくなる。
- ③ F は落下物の質量に比例して一定である。
- ④ F は落下物の速さに比例して一定である。
- ⑤ F は落下物の速さに比例して大きくなる。

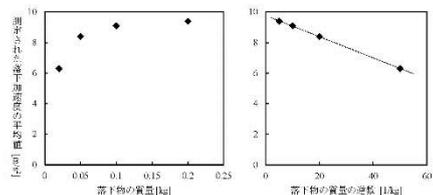


図4

(5) 図4の右図において4つのデータ点の最も直くを通る直線の方程式が、横軸を x 、縦軸を y とし、 $y = ax + b$ (a, b は実数値) で表されたとする。このとき、重力加速度 g [m/s^2] の大きさと重力以外の力 F [N] の大きさを a, b で表したときの組み合わせとして、適切なものを次の①～④のうちから、一つ選び番号で答えなさい。

	g	F
①	a	b
②	a	$\frac{1}{b}$
③	a	$-b$
④	a	$-\frac{1}{b}$
⑤	b	a
⑥	b	$\frac{1}{a}$
⑦	b	$-a$
⑧	b	$-\frac{1}{a}$

6

II 必須問題 (物理領域②)

1. 下の問いに答えなさい。

水平面と角度 θ ($0 < \theta < \pi/2$) をなす十分に長い斜面に沿って一次元運動する小物体を考える。すなわち、斜面の最大傾斜角方向に x 軸をとり、 x 軸上を運動する小物体を考える。ただし、斜面上方を x 軸の正方向と速度 v の正方向とする。また小物体と斜面の間の静摩擦係数を μ_s 、動摩擦係数を μ_k 、重力加速度の大きさを g とする。

時刻 $t = 0$ に小物体を速さ $v_0 > 0$ で斜面上方へ投げ出した場合(ケース A, $v_0 > 0$)と、斜面下方へ速さ $v_0 > 0$ で動かし始めた場合(ケース B, $v_0 < 0$)を考える。それぞれ θ の値がよってその後の運動の定性的な振る舞いが異なる。 $\tan \theta = \mu_s$ を満たす角度 θ_c 、 $\tan \theta = \mu_k$ を満たす角度 θ_k と θ の大小関係で場合分けを行い、次の解答群の中から適切なものを選んで以下の表を完成せよ。ただし、 $0 < \theta_c < \pi/2$ 、 $0 < \theta_k < \pi/2$ である。 ただし、左側から右へ θ が大きくなる順で並べよ。それぞれの表には最大4通りの場合分けができるよう列挙している。 場合分けが異なる状態で右側に不要な列挙がある場合はその列のすべての行に対し、②「空欄」を指定すること、また左側の $\theta = \theta_c$ の場合を除くものとする。

θ の値・範囲	(ア)	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)
ケース A での定性的振る舞い	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)	(ホ)
ケース A での速度 $v(t)$ の図	(ウ)	(ク)	(ケ)	(コ)	(セ)
ケース B での定性的振る舞い	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)	(ホ)
ケース B での速度 $v(t)$ の図	(ウ)	(ク)	(ケ)	(コ)	(セ)

(ア)、(イ)、(ロ)、(ハ)、(ニ)の解答群

- ① 空欄 ② $\theta = \theta_c$ ③ $\theta < \theta_c$ ④ $\theta > \theta_c$
 ⑤ $\theta_c < \theta < \theta_k$ ⑥ $\theta_k < \theta < \theta_c$ ⑦ $\theta_c < \theta$ ⑧ $\theta_k < \theta$

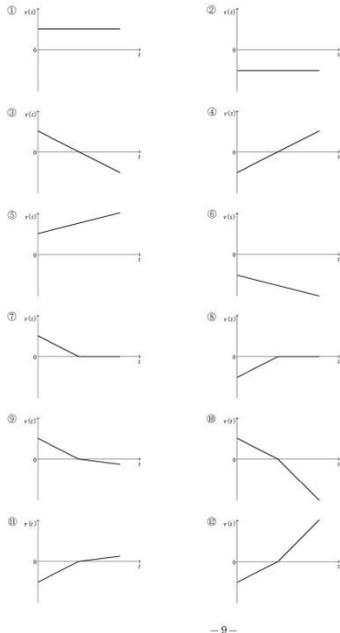
(イ)、(ロ)、(ハ)、(ニ)、(ウ)、(ク)、(ケ)、(コ)、(セ)の解答群

- ① 空欄
 ② 減速し続ける(速さ $|v|$ が減り続ける)。
 ③ 加速し続ける(速さ $|v|$ が増え続ける)。
 ④ 等速で動き続ける。
 ⑤ 減速(速さ $|v|$ が減少)し速度が0になった後、反対方向に加速運動(速さ $|v|$ が増加)する。
 ⑥ 減速(速さ $|v|$ が減少)し速度が0になった後静止し続ける。

8

(ア)、(イ)、(ロ)、(ハ)、(ニ)、(ウ)、(ク)、(ケ)、(コ)、(セ)の解答群

⑩ 空欄



-9-

III 必須問題 (化学領域)

1. 次の文を読み、13ページの別添資料を参考に下の問い(1)～(7)に答えなさい。

高校1年生の京太郎くんは夏の部活動中、自宅に完全に凍らせておいたスポーツドリンクが少し融けたときに飲むと、凍らせる前よりも甘味が強くなっていることに気がついた。このことを先生に話すところ、これを課題研究のテーマに設定してみてはどうかと提案され、水溶液の凝固について課題研究を行うこととした。

京太郎くんの観察結果

- ・甘味が強くなるのは少し融けたときに飲んだ場合であった。
- ・凍っている部分が残っているときには飲まずに、全て融けきってから飲んだ場合、甘みの強さは凍らせる前と同じであった。
- ・一部融けた状態(状態1)で飲んでいる部分を飲んでみると甘味は強かった。その時点で飲んでいる部分(水溶液)をすべて飲み干した後、凍っている部分が全て融けてから(状態2)味を確かめると、甘味は弱かった。



(1) 観察結果より、京太郎くんは次の仮説を立てた。

仮説：「水溶液を冷却し、水溶液が凍っていく過程で、凍っている部分に溶質は含まれない」

この仮説を確かめるための実験操作として最も適切なものを、次の①～④のうちから一つ選び番号で答えなさい。

- ① 10%塩化ナトリウム水溶液の凝固点を調べる。
 ② 10%塩化ナトリウム水溶液を冷却し水溶液中に固体が生成し始めたときから一定時間ごとに水溶液を取り出し、その水溶液の塩化ナトリウム濃度を調べる。
 ③ 10%塩化ナトリウム水溶液を冷却し、水溶液中に固体が生成し始める温度を調べる。
 ④ 10%塩化ナトリウム水溶液を冷却し、水溶液をすべてが凝固する温度を測定する。

-10-

京太郎くんは(1)で立てた仮説を確かめるための実験を行っている際に、水溶液の凝固点は純水の凝固点(0℃)よりも低くなることに気がついた。そこで、水溶液の濃度と凝固点との関係調べのため、次の【実験1】を行った。実験結果の表中の $\Delta T[K]$ は凝固点降下度とよばれる値であり、水の凝固点0℃と測定した水溶液の凝固点 $T[C]$ から、以下の式で求められる。

$$\Delta T[K] = 0 - T[C]$$

【実験1】

グルコースを水100gに溶解させ、凝固点を測定した。次の表は、溶かしたグルコースの質量 [g] と凝固点降下度 $\Delta T[K]$ の関係を示している。

溶かしたグルコースの質量 [g]	2.00	4.00	6.00
$\Delta T[K]$	0.207	0.413	0.620

次に、京太郎くんは溶質の種類によって水の凝固点がどの程度低くなるのか、その影響を調べるため、以下の【実験2】、【実験3】を行った。

【実験2】

尿素を水100gに溶解させ、凝固点を測定した。次の表は、溶かした尿素の質量 [g] と凝固点降下度 $\Delta T[K]$ の関係を示している。

溶かした尿素の質量 [g]	2.00	4.00	6.00
$\Delta T[K]$	0.620	1.24	1.86

【実験3】

塩化ナトリウムを水100gに溶解させ、凝固点を測定した。次の表は溶かした塩化ナトリウムの質量 [g] と凝固点降下度 $\Delta T[K]$ の関係を示している。

溶かした塩化ナトリウムの質量 [g]	2.00	4.00	6.00
$\Delta T[K]$	1.28	2.56	3.84

(2) 【実験1】の全ての結果を解答欄のグラフ用紙に「○」で点を打ちなさい。線でつなぐ必要はない。

(3) 【実験2】の全ての結果を解答欄のグラフ用紙に「×」で点を打ちなさい。線でつなぐ必要はない。

(4) 【実験1】、【実験2】の結果に基づき考察として適切でないものはどれか、下の①～⑤のうちから番号で答えなさい。ただし、複数ある場合はすべて答えなさい。

- ① 溶解させたグルコースの物質質量と凝固点降下度は比例の関係にある。
- ② 溶媒が水である場合、溶質1.00gあたりの凝固点降下度は溶質の種類には関係なく一定である。
- ③ 水溶液の凝固点降下度は溶質の質量に比例する。
- ④ 同じ質量で比較した場合、尿素の方がグルコースよりも凝固点を低下させる効果が大きい。
- ⑤ 凝固点降下度は溶質の種類に関係なく、溶質の種類と物質質量によって決まる。
- ⑥ 凝固点降下度は溶質の種類に関係なく、溶質の物質質量によって決まる。

(5) 【実験3】の全ての結果を解答欄のグラフ用紙に「△」で点を打ちなさい。線でつなぐ必要はない。

(6) 【実験3】の結果に基づき考察を行った場合、【実験1】と【実験2】の結果に基づき考察とは矛盾する点がある。矛盾すると考えられる考察を(4)の①～⑤から番号で答えなさい。ただし、(4)で適切でないと思われるものを複数選ぶことはできない。また、複数ある場合はすべて答えなさい。

(7) 【実験1】～【実験3】より、硝酸カリウム3.48gを水100gに溶かしたときの凝固点降下度 $\Delta T[K]$ を予想しなさい。ただし、答えは有効数字2桁で求めなさい。

別添資料

表1 純物質の融点、モル質量

名称	化学式	1気圧で測定したときの融点 [°C]	モル質量 [g/mol]	水100gに対する溶解量 (20°C)
酸素	O ₂	-218.9	32	3.11 mL
ナトリウム	Na	99.9	23	—
マグネシウム	Mg	650	24	—
塩素	Cl ₂	-101.0	71	230 mL
カルシウム	Ca	851	80	—
ヨウ素	I ₂	113.7	254	0.029 g
水	H ₂ O	0	18	—
二酸化炭素	CO ₂	-78.5 (昇華点)	44	87.8 mL
塩化水素	HCl	-114.2	36.5	77.0 g
硫酸	H ₂ SO ₄	10.4	98	—
硝酸	HNO ₃	-41.3	63	—
水酸化ナトリウム	NaOH	318.4	39	109 g
水酸化マグネシウム	Mg(OH) ₂	加熱分解	58	0.09 g
水酸化カルシウム	Ca(OH) ₂	加熱分解	56	0.16 g
塩化ナトリウム	NaCl	800	58	35.8 g
塩化コバルト	CoCl ₂	735	130	52.9 g
硫酸ナトリウム	Na ₂ SO ₄	884	142	19.4 g
硫酸マグネシウム	MgSO ₄	1155	120	33.7 g
硫酸銅(Ⅱ)	CuSO ₄	—	160	20.1 g
硝酸カリウム	KNO ₃	339	101	31.6 g
硝酸銀	AgNO ₃	208.5	170	215 g
炭酸カルシウム	CaCO ₃	加熱分解	100	0.091 g
炭酸水素ナトリウム	NaHCO ₃	加熱分解	84	9.55 g
ヨウ化マグネシウム	MgI ₂	加熱分解	278	140 g
グルコース	C ₆ H ₁₂ O ₆	146.5	180	—
尿素	CO(NH ₂) ₂	132	60	—

表1の融点等の値は「岩波理化学辞典増訂版(増訂第8刷)」、「化学便覧基礎編改訂4版」、「安全データシート(昭和化学株式会社)」等を参考にしている。なお、記載がなかったものは「—」としている。

2. 次の文章を読み、13ページの別添資料を参考に下の問い(1)～(3)に答えなさい。

先生と京子さんが薬品庫の薬品を整理していると、次の図のような高品質ラベルのはがれた薬品瓶を発見した。薬品瓶の中には、白色の固体が入っていた。



京子さんはその見た目から、(ア)「この白色固体は水酸化カルシウムではないか」と考え、先生に尋ねた。

京子：「先生、この試薬瓶に入っているのは白色固体なので、水酸化カルシウムだと思います。」
 先生：「白色粉末だけで水酸化カルシウムと決めることはできませんか。」
 京子：「うーん、じゃあ水に溶かしてpHを測定し、塩基性であることを確かめます。」
 先生：「塩基性の白色固体は水酸化ナトリウムなど、他にも考えられますね。物質を特定するためには複数の実験を行う必要があります。京子さん、この白色固体が水酸化カルシウムであることを確かめるための実験計画を立ててみてはいかがでしょうか。」
 京子：「分かりました。やってみます！」

- (1) 下線部(ア)について、京子さんは先生の助言をもとに実験計画を立て、想定される結果についてもまとめた。以下は、京子さんがまとめたレポートである。空欄①～④に当てはまる実験方法もしくは想定結果を答えなさい。

京子さんの実験計画

【実験1】水溶性を確認する	⇒【想定結果1】溶けにくい
【実験2】フェノールフタレイン溶液を加える	⇒【想定結果2】(①)
【実験3】炎色反応を確認する	⇒【想定結果3】(②)
【実験4】加熱する	⇒【想定結果4】(③)
【実験5】(④)	⇒【想定結果5】炭酸カルシウムの白色沈殿が生ずる

京子さんは先ほどの実験計画に従って実験を行ったところ、想定結果ではない結果になり、白色固体は水酸化カルシウムではないことが分かった。

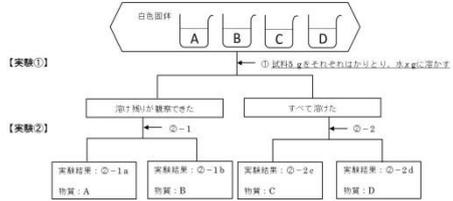
京子：「先生、水酸化カルシウムではありませんでした。」

先生：「やはりそうでしたか。実は、（a）についてその板の周辺には塩化ナトリウム・炭酸水素ナトリウム・水酸化マグネシウム・ヨウ化マグネシウムがあったようです。」

京子：「……」

先生：「この白色固体は、塩化ナトリウム・炭酸水素ナトリウム・水酸化マグネシウム・ヨウ化マグネシウムのいずれかであると考えられますので、このうちの一つを特定するための実験を考えましょう。」

- (2) 下線部(イ)について、この白色固体が塩化ナトリウム・炭酸水素ナトリウム・水酸化マグネシウム・ヨウ化マグネシウムのいずれかであるとき、白色固体を特定する実験のフローチャートを下図のように考えた。ただし、白色固体は純物質であり、各実験では試料の一部を試験皿から新しく取り出して用いる。また安全上、直接試薬を触る、壁を接触するといった実験操作は出来ない。



- (a) 実験①では、水溶性によって4種類の試料を2つのグループに分ける。試料5gをそれぞれはかりとり水に溶かす場合、溶け残りが観察できるもの2つ（炭酸水素ナトリウムと水酸化マグネシウム）、すべて溶けるもの2つ（塩化ナトリウムとヨウ化マグネシウム）という結果を得るための水 x [g] の範囲を求めよ。ただし、数値は小数第2位を四捨五入し、小数第1位まで示せ。

- (b) 実験②では、4種類の試料を一つずつに分類する。②-1と②-2にあてはまる実験方法及びその方法によって得られる実験結果②-1a、②-1b、②-2c、②-2dを答えよ。また、その実験結果によって特定される物質A～Dの化学式を答えよ。ただし、各実験方法は(1)で京子さんが考えた実験を含む方法は除くものとする。

フローチャートに従って実験したところ白色固体が塩化ナトリウムに該当することがわかった。

京子：「白色固体は塩化ナトリウムがと思えます。」

先生：「那品名を正確におこなうと思いますので、最後に、塩化ナトリウムがと特定するための実験を考えてみましょう。」

- (3) 下線部(ウ)について、塩化ナトリウムであることを確認するための実験方法及びその方法によって得られる想定結果の例を2つ挙げなさい。ただし、本問については、(2)の実験①、実験②を用いた実験方法は除くものとする。

IV 必須問題（理数融合領域）

1. 次の文章を読み、下の問い(1)～(4)に答えなさい。

金属の結晶には、図1のように、立方体の各頂点および各面の中心に原子が配置され、それらが連なってできているような構造になっているものがある。このような構造を面心立方格子という。

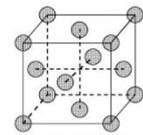


図1 面心立方格子の構造

ここでは、図2のように、それぞれの原子を球と見なして、球が面心立方格子の構造に配置され、お互いが隣接するようなモデルを考える。

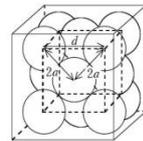


図2 面心立方格子のモデル
(一辺が2個の面心立方格子の立方体)

さらに、外側に置かれた球が各面に内接するような立方体を考える。この立方体を「一辺が2個の面心立方格子の立方体」とよぶことにする。なお、「面心立方格子の立方体」は、球（原子）のみでできており、立方体内部のすき間には物質は存在しないものとする。

このとき、球の半径を a [cm]、立方体の辺に沿って配置される球の中心間の距離を d [cm] とすると、直角二等辺三角形の辺の比より $d = 2\sqrt{2}a$ であることがわかる。

次に、図3のように、半径 a [cm] の球を面心立方格子となるように配置して、「一辺が3個の面心立方格子の立方体」を考える。この立方体の一辺の長さは、 $2a + 2d = (2+4\sqrt{2})a$ [cm] となる。

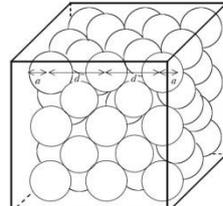


図3 一辺が3個の面心立方格子の立方体

- (1) 「面心立方格子の立方体」の中にある球の個数を調べるために、図4のように、底面から見て同じ高さにある球をひとまとめでして、別の高さの球とは切り離して区分けした「層」を考えることにする。

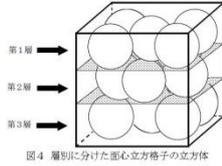


図4 層別に分けた面心立方格子の立方体

図4からわかるように、「一辺が2個の面心立方格子の立方体」を層に分けたとき、第1層にある球は5個であり、第2層にある球は4個である。次の文中の空欄〔ア〕～〔ク〕に当てはまる数を答えなさい。

「一辺が3個の面心立方格子の立方体」を層に分けたとき、第1層にある球は〔ア〕個であり、第2層にある球は〔イ〕個である。したがって、「一辺が3個の面心立方格子の立方体」に含まれる球の個数は、全部で〔ウ〕個である。

- (2) 「一辺が5個の面心立方格子の立方体」を考える。次の文中の空欄〔カ〕～〔ク〕に当てはまる数を答えなさい。なお、〔キ〕と〔ク〕に当てはまる数は、有効数字2桁の近似値で答えなさい。

この立方体を層に分けたとき、第1層にある球は〔カ〕個であり、第2層にある球の個数は〔キ〕個である。したがって、「一辺が5個の面心立方格子の立方体」に含まれる球の個数は全部で〔ク〕個である。

ここで、球の半径が1.2[cm]、球1個の重さが45[g]であるとすると、「一辺が5個の面心立方格子の立方体」の一辺の長さは〔キ〕[cm]であるから、この立方体の密度は〔ク〕[g/cm³]である。

- (3) X線を利用すると、結晶の構造を調べることができる。この方法を用いてある金属の結晶の構造を調べたところ、結晶は面心立方格子でできており、立方体の辺に沿って配置される隣り合った原子の中心間の距離は 3.6×10^8 [nm]であった。次の文中の空欄〔ク〕に当てはまる数を、 1.2×10^8 のように、整数部分が1桁の小数と、10の累乗の積の形で表し、有効数字2桁の近似値で答えなさい。

この金属の結晶で、一辺が9.0[cm]の立方体を考えるとき、この立方体は「一辺が〔ク〕個の面心立方格子の立方体」といえる。

- (4) 下の文中の空欄〔コ〕に当てはまる数を有効数字2桁の近似値で答えなさい。さらに、〔ク〕に当てはまる最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選び番号で答えなさい。

【面心立方格子の構造をもつ主な金属の原子量】

アルミニウム 27.0 ニッケル 58.7 銅 63.5 銀 107.9 金 197.0 鉛 207.2

化学では、原子 6.0×10^{23} 個分の質量[g]を、その原子の原子量という。この金属の結晶の密度が 9.0 [g/cm³]であるとすると、上で述べた、一辺が 9.0 [cm]の立方体の金属の結晶に含まれている原子の個数から、この金属の原子量は〔コ〕である。

したがって、【面心立方格子の構造をもつ主な金属の原子量】の値から、この金属は〔ク〕であると推測される。

- ①アルミニウム ②ニッケル ③銅 ④銀 ⑤金 ⑥鉛

次世代型
理科・理数融合
解答冊子

<input type="text"/>	大学
<input type="text"/>	学部
<input type="text"/>	学科・コース
【学生番号】	【氏名】
<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>

I 必須問題（物理領域①） 解答用紙

1.

(1)	(2)
(5)	
(4)	(5)

II 必須問題（物理領域②） 解答用紙

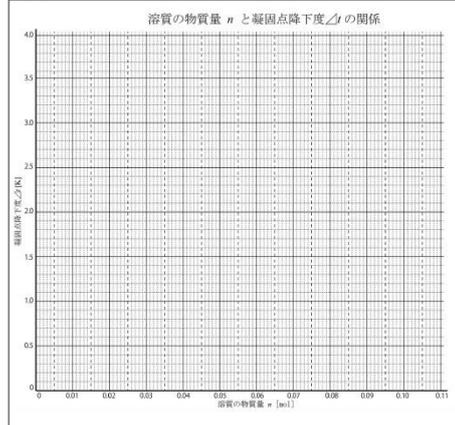
1.

(ア)	(カ)	(ナ)	(チ)	(ナ)
(イ)	(キ)	(ネ)	(ツ)	(ニ)
(ウ)	(ク)	(セ)	(テ)	(ホ)
(エ)	(ケ)	(シ)	(ト)	(ヘ)
(オ)	(コ)	(ソ)	(ト)	(ノ)

III 必須問題（化学領域） 解答用紙

1.

(1)	(2) 下のグラフ用紙に○で 解答しなさい	(3) 下のグラフ用紙に×で 解答しなさい	(4)
(5) 下のグラフ用紙に△で 解答しなさい	(6)	(7) K	



2.

(1)	①		
	②		
	③		
	④		
(2)	(a)	$< x \leq$	
		実験方法 ②-1	
		実験結果 ②-1a	物質 A
		実験結果 ②-1b	物質 B
	(b)	実験方法 ②-2	
		実験結果 ②-2c	物質 C
	実験結果 ②-2d	物質 D	

(3)	1 つ 目	実験方法 想定結果
	2 つ 目	実験方法 測定結果

IV 必須問題（理数融合領域） 解答用紙

1.

(1)(ア)	(イ)	(ウ)
(2)(=)	(オ)	(カ)
(2)(キ)	(ク)	
(3)(ケ)	(4)(=)	(サ)

試験実施後のアンケート

- ・次からのページでは、解答していただいた4つの問題それぞれについて、あなたの印象をお伺いします。
- ・得られた回答は統計的に処理し、全体的な傾向を把握するために使用します。
- ・あなた自身の回答を取り上げたりすることは絶対にありません。回答内容が成績や評価に影響することも絶対にありません。
- ・回答に正解・不正解といった基準はありませんので、あなたのご意見を率直にお答えください。
- ・回答は任意ですので、答えたくない項目にはお答えいただけなくてかまいません。

ご協力をよろしく申し上げます

問題1 物理領域①について、
次のページのアンケートにお答えください。

この問題について、あなたの考えをお聞かせください。

	易しかった	易しかった	易しかった	難しかった	難しかった
1. この問題は難しかったですが、易しかったですか・・・	1	2	3	4	5

以下の質問について、あなたの考えにあてはまる数字に丸印をつけてください。

	そう思わない	あまりそう思わない	どちらでもない	どちらでもない	そう思う	強く思う
1. この問題は、これまでに覚えた知識や解法のパターンで十分に解答できる・・・	1	2	3	4	5	
2. この問題は、高等学校で学んだ内容や身につけた能力で十分に解答できる・・・	1	2	3	4	5	
3. この問題を解くために必要な能力はセンター試験で求められるものとは違うと思う・・・	1	2	3	4	5	
4. この問題を解くために必要な能力は大学の個別入試で求められるものとは違うと思う・・・	1	2	3	4	5	

次のページにすすんでください

問題 II 物理領域②について、
次のページのアンケートにお答えください。

この問題について、あなたの考えをお聞かせください。

	易しかった	易しかった とは思えない	易しかった とは思えない が、解法の内容が わからなかった	難しかった	難しかった とは思えない
1. この問題は難しかったですが、易しかったですか・・・	1	2	3	4	5

以下の質問について、あなたの考えにあてはまる数字に丸印をつけてください。

	あまり 思わない	あまり 思わない が、 解法の内容が わからなかった	思わない	思わない が、 解法の内容が わからなかった	思わない
1. この問題は、これまでに覚えた知識や解法のパターンで十分に解答できる・・・	1	2	3	4	5
2. この問題は、高等学校で学んだ内容や身につけた能力で十分に解答できる・・・	1	2	3	4	5
3. この問題を解くために必要な能力はセンター試験で求められるものとは違うと思う・・・	1	2	3	4	5
4. この問題を解くために必要な能力は大学の個別入試で求められるものとは違うと思う・・・	1	2	3	4	5

次のページにすすんでください

問題 III 化学領域について、
次のページのアンケートにお答えください。

この問題について、あなたの考えをお聞かせください。

	易しかった	易しかった とは思えない	易しかった とは思えない が、解法の内容が わからなかった	難しかった	難しかった とは思えない
1. この問題は難しかったですが、易しかったですか・・・	1	2	3	4	5

以下の質問について、あなたの考えにあてはまる数字に丸印をつけてください。

	あまり 思わない	あまり 思わない が、 解法の内容が わからなかった	思わない	思わない が、 解法の内容が わからなかった	思わない
1. この問題は、これまでに覚えた知識や解法のパターンで十分に解答できる・・・	1	2	3	4	5
2. この問題は、高等学校で学んだ内容や身につけた能力で十分に解答できる・・・	1	2	3	4	5
3. この問題を解くために必要な能力はセンター試験で求められるものとは違うと思う・・・	1	2	3	4	5
4. この問題を解くために必要な能力は大学の個別入試で求められるものとは違うと思う・・・	1	2	3	4	5

次のページにすすんでください

問題 IV 理数融合領域について、
次のページのアンケートにお答えください。

この問題について、あなたの考えをお聞かせください。

	1	2	3	4	5
1. この問題は難しかったですか、易しかったですか・・・	易しかった たやすか たやすか たやすか たやすか たやすか	易しかった たやすか たやすか たやすか たやすか たやすか	易しかった たやすか たやすか たやすか たやすか たやすか	難しかった たがひ たがひ たがひ たがひ たがひ	難しかった たがひ たがひ たがひ たがひ たがひ

以下の質問について、あなたの考えにあてはまる数字に丸印をつけてください。

	1	2	3	4	5
1. この問題は、これまでに覚えた知識や解法のパターンで十分に解答できる	あまり思われない	あまり思われない	あまり思われない	思える	思える
2. この問題は、高等学校で学んだ内容や身につけた能力で十分に解答できる	あまり思われない	あまり思われない	あまり思われない	思える	思える
3. この問題を解くために必要な能力はセンター試験で求められるものとは違うと思う	あまり思われない	あまり思われない	あまり思われない	思える	思える
4. この問題を解くために必要な能力は大学の個別入試で求められるものとは違うと思う	あまり思われない	あまり思われない	あまり思われない	思える	思える

次のページにすすんでください

次のページでは、
今回解答いただいた4つの問題すべてに関して、
あなたのお考えをお伺いします。

今回解答した問題全体を通して、あなたのお考えを伺います。
今回解答した問題を解くためには、以下の事柄ほどの程度重要だと思いませんか。
あなたの考えにあてはまる数字に丸印をつけてください。

	1	2	3	4	5
1. 問題の解き方を覚えておくこと	必要でない	必要でない	必要でない	必要	必要
2. 仮説を検証する方法を考えること	必要でない	必要でない	必要でない	必要	必要
3. 複数の情報を統合し、新しい考えをまとめること	必要でない	必要でない	必要でない	必要	必要
4. 今回と同じような問題を何回も解いて慣れること	必要でない	必要でない	必要でない	必要	必要
5. 用語を暗記しておくこと	必要でない	必要でない	必要でない	必要	必要
6. 資料やグラフから、問題解決に必要な情報を読み取ること	必要でない	必要でない	必要でない	必要	必要
7. 公式を暗記しておくこと	必要でない	必要でない	必要でない	必要	必要
8. 実験結果にもとづいて仮説を立てること	必要でない	必要でない	必要でない	必要	必要
9. 身近な現象について科学的な根拠にもとづいて解釈したり、説明したりすること	必要でない	必要でない	必要でない	必要	必要

次のページにすすんでください

これまでのセンター試験で出題されたような問題を解くためには、以下の事柄はどの程度重要だと思いますか。あなたの考えにあてはまる数字に丸印をつけてください。

	全くあてはまらない	あまりあてはまらない	どちらか	どちらでもない	あまりあてはまる	完全にあてはまる
1. 問題の解き方を覚えておくこと	1	2	3	4	5	
2. 仮説を検証する方法を考えること	1	2	3	4	5	
3. 複数の情報を統合し、新しい考えをまとめること	1	2	3	4	5	
4. センター試験と同じような問題を何回も解いて慣れること	1	2	3	4	5	
5. 用語を暗記しておくこと	1	2	3	4	5	
6. 資料やグラフから、問題解決に必要な情報を読み取ること	1	2	3	4	5	
7. 公式を暗記しておくこと	1	2	3	4	5	
8. 実験結果にもとづいて仮説を立てること	1	2	3	4	5	
9. 身近な現象について科学的な根拠にもとづいて解釈したり、説明したりすること	1	2	3	4	5	

次のページにすすんでください

あなたが理科を勉強する理由として、以下の項目はどの程度あてはまりますか。あなたの考えにあてはまる数字に丸印をつけてください。

	全くあてはまらない	あまりあてはまらない	どちらか	どちらでもない	あまりあてはまる	完全にあてはまる
1. 問題を解くことがおもしろいから	1	2	3	4	5	
2. 将来の成功につながるから	1	2	3	4	5	
3. 勉強で友だちに負けたくないから	1	2	3	4	5	
4. やらないと周りの人がうるさいから	1	2	3	4	5	
5. 難しいことに挑戦することがおもしろいから	1	2	3	4	5	
6. 自分の夢を実現したいから	1	2	3	4	5	
7. 友だちより良い成績をとりたいたから	1	2	3	4	5	
8. 周りの人から、やらないといわれるから	1	2	3	4	5	
9. 勉強すること自体がおもしろいから	1	2	3	4	5	
10. 自分の希望する大学に進みたいから	1	2	3	4	5	
11. 周りの人にかしこいと思われたいから	1	2	3	4	5	
12. 成績が下がると、怒られるから	1	2	3	4	5	

高等学校（以下、高校と表記）での学修内容について、以下の質問に回答してください。

1. 以下の項目から、あなたが卒業した高校の学科にあてはまるものを選び、数字に丸印をつけてください。

<学科>

1. 普通科 2. 理数科 3. 国際科 4. 総合学科 5. 高等学校卒業程度認定試験
6. 専門学科[※] 7. その他[※]

[※]専門学科またはその他を選択した場合は、
学科名をカッコ内に具体的に記入してください。

()

2. 下記の科目のうち、高校で履修した科目としてあてはまるものすべてを選び、数字に丸印をつけてください。

<数学科>

1. 数学Ⅰ 2. 数学Ⅱ 3. 数学Ⅲ 4. 数学A 5. 数学B 6. 数学活用

<理科>

1. 科学と人間生活 2. 物理基礎 3. 物理 4. 化学基礎 5. 化学
6. 生物基礎 7. 生物 8. 地学基礎 9. 地学 10. 選択課題研究

<理数科>

1. 理数数学Ⅰ 2. 理数数学Ⅱ 3. 理数数学特論 4. 理数物理 5. 理数化学
6. 理数生物 7. 理数地学 8. 課題研究

3. あなたが高校で受けた授業の中に、理科や数学にかかわる課題発見や問題解決を目的とする授業（例えば、「理数探究」など）がありましたか。以下の選択肢から、あてはまる数字に丸印をつけてください。

1. はい 2. いいえ 3. 分からない（覚えていない）

4. あなたが卒業した高校はスーパーサイエンスハイスクール（SSH）に指定されていましたか。以下の選択肢から、あてはまる数字に丸印をつけてください。

1. はい 2. いいえ 3. 分からない（覚えていない）

以上でアンケートは終了です。ご協力ありがとうございました。

次世代型
理科・理数融合
問題冊子

解答上の注意

- 1 指示があるまで、この問題冊子は開けないでください。
- 2 机の上には、筆記用具（鉛筆、シャープペンシル、消しゴム）、時計（計算機のないもの）以外のものは置かないでください。
- 3 この問題冊子には、□1～□4の間があります。逆ページは29ページです。
- 4 解答は、解答冊子に記入してください。
- 5 □1～□4のうち1問を選択し、解答してください。□1～□4は、必須問題です。
- 6 解答用紙の選択問題記入欄に、選択した問題の番号を記入してください。
- 7 配布した問題冊子は、持ち帰らないでください。

○大学入学共通試験基礎進達試験要案 理数分野 2018
無断転載・複製・転用禁止

I 必須問題（物理領域①）

1. 物理基礎の授業で、40名の生徒が以下のような実験を行った。実験結果・考察に関する質問に答えよ。

目的

物理の教科書には「空気の抵抗などがはたらかない理想的な状況では、物体が落下するときの重力加速度は物体の質量によらず約 $9.8 \text{ [m/s}^2\text{]}$ である」と記載されている。このことを調べるために、質量の異なる物体を落下させ、物体が落下するときの加速度を測定し、考察する。

実験方法および実験装置

- [1] 落下物（おもりと記録テープを合わせた物体）の質量を測定する。
- [2] 図1の装置を設置する。
- [3] 静かに手を放して、落下物の落下運動を記録タイマーで記録する。記録タイマーは記録テープに 0.1 [s] 毎に打点を行う。（図2）
- [4] 記録テープより平均の落下速度を計算し、平均の落下速度と時間のグラフ（ $v-t$ 図）を作成する。
- [5] $v-t$ 図の傾きから、落下加速度を求める。

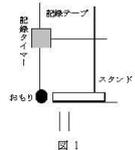


図1

(1) 図2は、実験手順 [3] で得られた記録テープの一例である。この記録テープに記録された落下物の運動について 0.1 [s] から 0.2 [s] における平均の落下速度を算出せよ。

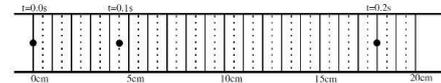
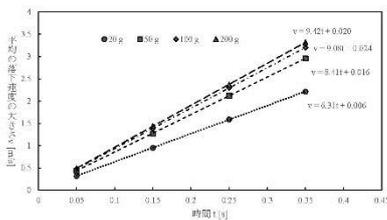


図2

(2) 図3は実験手順 [4] で得られた $v-t$ 図の一例である。図3に示すように、測定を行った時間の範囲内では、どの質量の実験においても、速度は時間の1次関数（直線）としてよく表現できている。このことから、落下物にはたらく力の合力の性質について述べたものとして、適切なものを次の□1～□4のうち一つ選べ。

- ① 落下物の速さによらず、力の大きさは一定である。
- ② 落下物の速さに比例して、力の大きさは大きくなる。
- ③ 落下物の速さの2乗に比例して、力の大きさは大きくなる。
- ④ 落下物の速さの平方根に比例して、力の大きさは大きくなる。



(図中の直線は、データ点からのずれが最も小さくなるように引いた直線である。)

図3

(3) 質量 20 g 、 50 g 、 100 g 、 200 g の落下物について、40人が得た落下加速度の平均値は次の表1のようになった。表1の落下加速度の平均値はその質量でも、教科書に記載されている重力加速度の値 $9.8 \text{ [m/s}^2\text{]}$ より小さな値となった。これは手を離した後、落下物に空気の抵抗のような落下を妨げる力があるからといってかたがとと考えられる。このような力として、どのような力が考えられるか、空気の抵抗以外の力を答えよ。

落下物の質量 [g]	20	50	100	200
落下の加速度 $[\text{m/s}^2]$	6.3	8.4	9.1	9.4

(4) 落下物にはたらく重力以外の力の合力の大きさを $F \text{ [N]}$ として、落下物に対する運動方程式を立てよ。ただし、落下物の下向き加速度を $a \text{ [m/s}^2\text{]}$ 、落下物の質量を $m \text{ [kg]}$ 、実験を行っている地点での重力加速度の大きさを $g \text{ [m/s}^2\text{]}$ とする。

(5) 表1の結果を縦軸に測定された落下加速度の平均値、横軸に落下物の質量または質量の逆数をとり、グラフで表したものが図4である。図4の右図からわかるように、落下物の測定された落下加速度の平均値と質量の逆数の関係は直線でよく近似されている。このことから、落下物にはたらく重力以外の力の合力の大きさ F の性質について述べたものとして、適切なものを次の□1～□4のうち一つ選べ。

- ① F は落下物の質量に比例して大きくなる。
- ② F は落下物の質量の逆数に比例して大きくなる。
- ③ F は落下物の質量に比例なく一定である。
- ④ F は落下物の速さに比例なく一定である。
- ⑤ F は落下物の速さに比例して大きくなる。

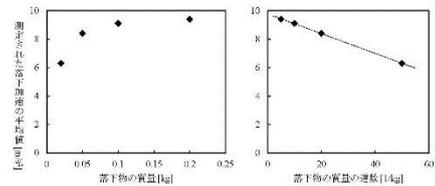


図4

- (6) 図4の右図において4つのデータ点の最も直くを通る直線の方程式が、横軸を x 、縦軸を y として、 $y = ax + b$ (a, b は実数値) で表されたとする。このとき、重力加速度 g [m/s^2] の大きさと重力以外の力 F [N] の大きさを a, b で表したときの組み合わせとして、適切なものを次の①～③のうちから、1つ選べ。

	g	F
①	a	b
②	a	$\frac{1}{b}$
③	a	$-b$
④	a	$-\frac{1}{b}$
⑤	b	a
⑥	b	$\frac{1}{a}$
⑦	b	$-a$
⑧	b	$-\frac{1}{a}$

- 8 -

II 必須問題 (物理領域②)

1. 下の問いに答えなさい。

水平面と角度 θ ($0 < \theta < \pi/2$) をなす十分に長い斜面に沿って一次元運動する小物体を考える。すなわち、斜面の最大傾斜角方向に x 軸をとり、 x 軸上を運動する小物体を考える。ただし、斜面上方を x 軸の正方向(速度 v の正方向)とする。また小物体と斜面の間の静摩擦係数を μ_s 、動摩擦係数を μ_k 、重力加速度の大きさを g とする。

時刻 $t = 0$ に小物体を速度 $v_0 > 0$ で斜面上方へ動かした始めた場合(ケース A, $v_0 > 0$)と、斜面下方へ速度 $v_0 > 0$ で動かした始めた場合(ケース B, $v_0 < 0$)を考えると、それぞれ θ の値によってその後の運動の定性的な振る舞いが異なる。 $\tan \theta = \mu_s$ を満たす角度 θ_c 、 $\tan \theta = \mu_k$ を満たす角度 θ_k と θ の大小関係で場合分けを行い、次の解答群の中から適切なものを選んで以下の表を完成せよ。ただし、 $0 < \theta_c < \pi/2$ 、 $0 < \theta_k < \pi/2$ である。ただし、左側から右へ θ が大きくなる順で作ること。それぞれの表には最大3通りの場合分けができるよう3列用意してあるが、場合分けが3通り未満で右側に半空白列はできる場合はその列のすべての行に①、②、③(空欄)を添えよ。また全問は、 $\theta = \theta_c$ の場合を除くものとする。

ケース A (最初、斜面上方に向けて動かした始めた場合)

θ の値・範囲	(ア)	(イ)	(ロ)
定性的振る舞い	(1)	(2)	(3)
速度 v の区	(イ)	(ロ)	(3)

ケース B (最初、斜面下方に向けて動かした始めた場合)

θ の値・範囲	(ア)	(イ)	(ロ)
定性的振る舞い	(1)	(2)	(3)
速度 v の区	(イ)	(ロ)	(3)

- 8 -

(ア)、(イ)、(ロ)、(1)、(2)、(3)の解答群

- ① 空欄 ② $\theta = \theta_c$ ③ $\theta < \theta_c$ ④ $\theta < \theta_k$
 ⑤ $\theta_c < \theta < \theta_k$ ⑥ $\theta_k < \theta < \pi/2$ ⑦ $\theta < \theta_k$

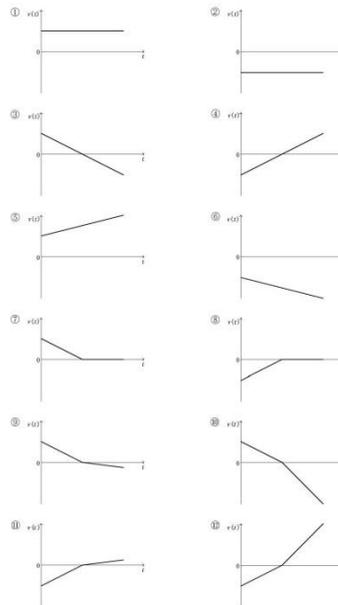
(イ)、(ロ)、(1)、(2)、(3)の解答群

- ⑧ 空欄
 ⑨ 減速し続ける(速さ $|v|$ が減り続ける)。
 ⑩ 加速し続ける(速さ $|v|$ が増え続ける)。
 ⑪ 等速で動き続ける。
 ⑫ 減速(速さ $|v|$ が減少)し速度が0になった後、反対方向に加速(運動速さ $|v|$ が増加)する。
 ⑬ 減速(速さ $|v|$ が減少)し、速度が0になった後静止し続ける。

- 9 -

(1)、(2)、(3)、(イ)、(ロ)、(3)の解答群

- ⑭ 空欄



- 10 -

Ⅲ 選択問題（化学領域）

1. 次の文を読み、15 ページの別添資料を参考に下の問い(1)～(7)に答えなさい。
 高校1年生の京太郎くんは夏の部活動中、自宅で完全に凍らせておいたスポーツドリンクが少し融けたときに飲むと、凍らせる前よりも甘味が強くなっていることに気がついた。このことを先生に話すと、これを課題研究のテーマに設定してみようかと提案され、水溶液の凝固点について課題研究を行うことにした。

京太郎くんの観察結果

- ・甘味が強くなるのは少し融けたときに飲んだ場合であった。
- ・凍っている部分が残っているときには飲まずに、全て融けきってから飲んだ場合、甘みの強さは凍らせる前と同じであった。
- ・一部融けた状態（状態1）で凍らせている部分を飲んでみると甘味が強かった。その時点での凍らせている部分（水溶液）をすべて飲み干した後、凍っている部分が全て融けてから（状態2）味を確かめると、甘味は弱かった。



(1) 観察結果より、京太郎くんは次の仮説を立てた。
 仮説:「水溶液を冷却し、水溶液が凍っていく過程で、凍っている部分に溶質は含まれない」
 この仮説を確かめるための実験操作として最も適切なものを、次の①～④のうちから一つだけ番号で答えなさい。

- ① 10%塩化ナトリウム水溶液の凝固点を調べる。
- ② 10%塩化ナトリウム水溶液を冷却し水溶液中に固体が生成し始めたときから一定時間ごとに水溶液を取り出し、その水溶液の塩化ナトリウム濃度を調べる。
- ③ 10%塩化ナトリウム水溶液を冷却し、水溶液中に固体が生成し始める温度を調べる。
- ④ 10%塩化ナトリウム水溶液を冷却し、水溶液すべてが凝固する温度を測定する。

京太郎くんは(1)で立てた仮説を確かめるための実験を行っている際に、水溶液の凝固点は純水の凝固点(0℃)よりも低くなることに気がついた。そこで、水溶液の濃度と凝固点との関係調べのため、次の【実験1】を行った。実験結果の表中の△[K]は凝固点降下度とよばれる値であり、水の凝固点0℃と測定した水溶液の凝固点T[K]から、以下の式で求められる。

$$\Delta[K] = 0 - T[K]$$

【実験1】
 グルコースを水100gに溶解させ、凝固点を測定した。次の表は、溶かしたグルコースの質量 [g] と凝固点降下度△[K] の関係を示している。

溶かしたグルコースの質量 [g]	2.00	4.00	6.00
△[K]	0.207	0.413	0.620

次に、京太郎くんは溶質の種類によって水の凝固点がどの程度低くなるのか、その影響を調べるため、以下の【実験2】、【実験3】を行った。

【実験2】
 尿素を水100gに溶解させ、凝固点を測定した。次の表は、溶かした尿素の質量 [g] と凝固点降下度△[K] の関係を示している。

溶かした尿素の質量 [g]	2.00	4.00	6.00
△[K]	0.620	1.24	1.86

【実験3】
 塩化ナトリウムを水100gに溶解させ、凝固点を測定した。次の表は溶かした塩化ナトリウムの質量 [g] と凝固点降下度△[K] の関係を示している。

溶かした塩化ナトリウムの質量 [g]	2.00	4.00	6.00
△[K]	1.28	2.56	3.84

(2) 【実験1】の全ての結果を解答欄のグラフ用紙に「○」で点を打ちなさい。薄でつなく必要はない。

(3) 【実験2】の全ての結果を解答欄のグラフ用紙に「×」で点を打ちなさい。薄でつなく必要はない。

(4) 【実験1】、【実験2】の結果に基づき考察として適切でないものはどれか。下の①～⑤のうちから必ず一つだけ番号で答えなさい。ただし、複数ある場合はすべて答えなさい。

- ① 溶解させたグルコースの物質量と凝固点降下度は比例の関係にある。
- ② 溶媒が水である場合、溶質1.00gあたりの凝固点降下度は溶質の種類には関係なく一定である。
- ③ 水溶液の凝固点降下度は溶質の質量に比例する。
- ④ 同じ質量で比較した場合、尿素の方がグルコースよりも凝固点を低下させる効果が大きい。
- ⑤ 凝固点降下度は溶質の濃度に関係なく、溶質の種類と物質量によって決まる。
- ⑥ 凝固点降下度は溶質の種類に関係なく、溶質の物質量によって決まる。

(5) 【実験3】の全ての結果を解答欄のグラフ用紙に「△」で点を打ちなさい。薄でつなく必要はない。

(6) 【実験3】の結果に基づき考察を行った場合、【実験1】と【実験2】の結果に基づき考察とは異なる点がある。矛盾すると考えられる考察を(4)の①～⑤から必ず一つだけ番号で答えなさい。ただし、(4)で適切でないを選択したものを選ぶことはできない。また、複数ある場合はすべて答えなさい。

(7) 【実験1】～【実験3】より、硝酸カリウム 3.48gを水100gに溶かしたときの凝固点降下度△[K]を予想しなさい。ただし、答えは有効数字2桁で求めなさい。

別添資料

表1 純物質の融点、モル質量

名称	化学式	1気圧で測定したときの融点 [°C]	モル質量 [g/mol]	水100gに対する溶解量 (20°C)
酸素	O ₂	-218.9	32	3.11 mL
ナトリウム	Na	99.9	23	—
マグネシウム	Mg	650	24	—
塩素	Cl ₂	-101.0	71	230 mL
カルシウム	Ca	851	80	—
ヨウ素	I ₂	113.7	254	0.029 g
水	H ₂ O	0	18	—
二酸化炭素	CO ₂	-78.5 (昇華点)	44	87.8 mL
塩化水素	HCl	-114.2	36.5	77.0 g
硫酸	H ₂ SO ₄	10.4	98	—
硝酸	HNO ₃	-41.3	63	—
水酸化ナトリウム	NaOH	318.4	39	109 g
水酸化マグネシウム	Mg(OH) ₂	加熱分解	58	0.09 g
水酸化カルシウム	Ca(OH) ₂	加熱分解	56	0.16 g
塩化ナトリウム	NaCl	800	58	35.8 g
塩化コバルト	CoCl ₂	735	130	52.9 g
硫酸ナトリウム	Na ₂ SO ₄	884	142	19.4 g
硫酸マグネシウム	MgSO ₄	1155	120	33.7 g
硫酸銅(Ⅱ)	CuSO ₄	—	160	20.1 g
硝酸カリウム	KNO ₃	339	101	31.6 g
硝酸銀	AgNO ₃	208.5	170	215 g
炭酸カルシウム	CaCO ₃	加熱分解	100	0.091 g
炭酸水素ナトリウム	NaHCO ₃	加熱分解	84	9.55 g
ヨウ化マグネシウム	MgI ₂	加熱分解	278	140 g
グルコース	C ₆ H ₁₂ O ₆	146.5	180	—
尿素	CO(NH ₂) ₂	132	60	—

表1の融点等の値は「岩波理化学辞典増訂版(増訂第8刷)」、「化学便覧基礎編改訂4版」、「安全データシート(昭和化学株式会社)」等を参考にしている。なお、記載がなかったものは「—」としている。

2. 次の文章を読み、15ページの引用資料を参考に下の問い(1)～(3)に答えなさい。
先生と京子さんが薬品庫の薬品を整理していると、次の図のような薬品ラベルのはがれた薬品瓶を発見した。薬品瓶の中には、白色の固体が入っていた。



京子さんはその見た目から、「この白色固体は水酸化カルシウムではないか」と考え、先生に尋ねた。

京子：「先生、この薬品瓶に入っているのは白色固体なので、水酸化カルシウムだと思います。」
先生：「白色粉末だけで水酸化カルシウムと決めることはできますか。」
京子：「うーん。じゃあ水に溶かして pH を測定し、塩基性であることを確かめます。」
先生：「塩基性の白色固体は水酸化ナトリウムなど、他にも考えられますね。物質を特定するためには複数の実験を行う必要があります。京子さん、この白色固体が水酸化カルシウムであることを確かめるための実験計画を立ててみてはいかがでしょうか。」
京子：「分かりました。やってみます！」

- (1) 下線部(ア)について、京子さんは先生の助言をもとに実験計画を立て、想定される結果についてもまとめた。以下は、京子さんがまとめたレポートである。空欄①～④に当てはまる実験方法もしくは想定結果を答えなさい。

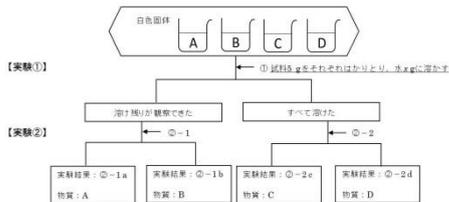
京子さんの実験計画

【実験1】水溶性を確かめる	⇒【想定結果1】溶けにくい
【実験2】フェノールフタレイン溶液を加える	⇒【想定結果2】(①)
【実験3】炎色反応を確かめる	⇒【想定結果3】(②)
【実験4】加熱する	⇒【想定結果4】(③)
【実験5】(④)	⇒【想定結果5】炭酸カルシウムの白色沈殿が生成する

京子さんは先ほどの実験計画に従って実験を行ったところ、想定結果ではない結果になり、白色固体は水酸化カルシウムではないことが分かった。

京子：「先生、水酸化カルシウムではありませんでした。」
先生：「やはりそうでしたか。実は、（a）についてその瓶の周には塩化ナトリウム・炭酸水素ナトリウム・水酸化マグネシウム・ヨウ化マグネシウムがあったようです。」
京子：「……」
先生：「この白色固体は、塩化ナトリウム・炭酸水素ナトリウム・水酸化マグネシウム・ヨウ化マグネシウムのいずれかであると考えられますので、このうちの一つを特定するための実験を考えましょう。」

- (2) 下線部(イ)について、この白色固体が塩化ナトリウム・炭酸水素ナトリウム・水酸化マグネシウム・ヨウ化マグネシウムのいずれかであるとき、白色固体を特定する実験のフローチャートを下図のように考えた。ただし、白色固体は純物質であり、各実験では試料の一部を試薬瓶から新しく取り出している。また安全上、直接試薬を触る、液を確認するといった実験操作は出来ない。



- (a) 実験①では、水溶性によって4種類の試料を2つのグループに分ける。試料5gをそれぞれはかりとり水に溶かす場合、溶け残りが観察できるもの2つ（炭酸水素ナトリウムと水酸化マグネシウム）、すべて溶けるもの2つ（塩化ナトリウムとヨウ化マグネシウム）という結果を得るための水 x [g] の範囲を求めよ。ただし、数値は小数第2位を四捨五入し、小数第1位まで示せ。

- (b) 実験②では、4種類の試料を一つずつに分類する。②-1と②-2にはまる実験方法及びその方法によって得られる実験結果②-1a、②-1b、②-2c、②-2dを答えよ。また、その実験結果によって特定される物質A～Dの化学式を答えよ。ただし、各実験方法は(1)で京子さんが考えた実験を含む方法は除くものとする。

フローチャートに従って実験したところ白色固体が塩化ナトリウムに該当することがわかった。

京子：「白色固体は塩化ナトリウムと思えます。」
先生：「薬品名を正確におこうと思いますので、最後に、塩化ナトリウムがと特定するための実験を考えてみましょう。」

- (3) 下線部(ウ)について、塩化ナトリウムであることを確認するための実験方法及びその方法によって得られる想定結果の例を2つ挙げなさい。ただし、本問については、(2)の実験(イ)、実験(ロ)を用いた実験方法は除くものとする。

IV 選択問題 (生物領域)

1. 次の文章は、ヒトの腎臓の構造と働きについて述べたものである。これを読み、下の問い(1)～(5)に答えなさい。

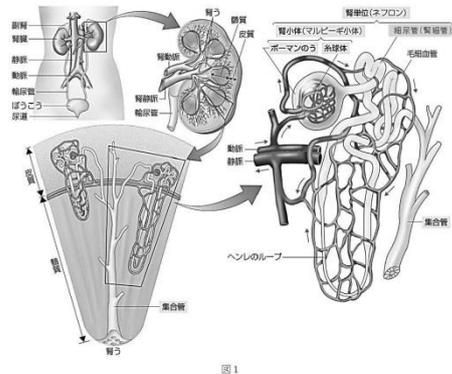


図1

図1に示すように、ヒトの体内には、腎臓が左右一対存在しています。成人の場合、1つの腎臓に、腎動脈と腎静脈の2つの太い血管と輸尿管がつながっており、腎臓で生成された尿は輸尿管を経て膀胱へ送られ、尿道から体外へ排出されます。

腎臓の主な働きは、尿の生成を通じた血液の浄化と体液の濃度調節です。この働きを担う構造として、左右それぞれの腎臓の内部には、ネフロン(腎単位)が約100万個存在しています。1つのネフロンは、腎臓の内部にある腎皮質と腎髄質を往來するように存在しています。そして、1つのネフロンは、腎小体と細尿管から構成されています。腎小体は毛細血管が球状に集まった糸球体とそれを包み込んでいるボーマンのうで構成されています。細尿管は、ボーマンのうに続く近位細尿管からヘンレのループを経て、遠位細尿管へと曲がりくねった構造をしています。また、細尿管の周囲には毛細血管が密着しています。遠位細尿管は、集合管という太い管に接続しており、集合管は、腎うへとつながっています。

腎臓では腎動脈から入った血液が、動脈を経て、球状の毛細血管である糸球体へ送られます。ここで、血液の血しょうに含まれる一部の物質は、糸球体からそれを包むボーマンのうへ送られます。これをろ過といいます。ろ過されてボーマンのう側へ送られた液体を原尿といい、原尿には、水、Na⁺、Cl⁻、K⁺などの塩類、HCO₃⁻、H⁺、尿素、グルコース(ブドウ糖)、アミノ酸などが含まれます。ろ過されないタンパク質などの物質は糸球体から毛細血管を経て、静脈へ送られます。

図2に示すように、ろ過されたボーマンのう側へ送られた原尿は、再吸収と分泌という過程を経て、尿として排出されていきます。再吸収と分泌の過程は、以下の【1】～【4】の順に進んでいきます。

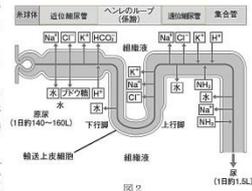


図2

【1】原尿は、まず、近位細尿管へ送られます。ここでは、原尿に含まれるほぼすべてのグルコース(ブドウ糖)などの栄養素が再吸収されるとともに、約80%のNa⁺、Cl⁻、K⁺などの塩類と水が再吸収されます。再吸収には、濃度差に応じて物質が移動する「受動的な」ものと、濃度差に逆らって多量のエネルギーを消費することによって物質を輸送する「能動的な」ものがあります。ここで再吸収のしくみは、まず、栄養素とNa⁺が細尿管内から細尿管の輸送上皮細胞に受動的に移動したのち、輸送上皮細胞から細尿管を脱す組織液へと能動的に輸送されます。Na⁺の移動に伴ってCl⁻も移動し、水も受動的に組織液側へと移動していきます。そして、栄養素と塩類、水は近接する毛細血管内へとさらに移動していきます。また、輸送上皮細胞からH⁺が組織液内へ能動的に分泌されるのに伴って、HCO₃⁻が受動的に再吸収されます。

(2) 下部部(ア)について、ヘンレのループの(1)下行脚で水が受動的に再吸収された場合、および(2)上行脚で塩類が能動的に再吸収された場合、細尿管内の原尿と組織液の濃度の関係を表すものの組み合わせとして最も適当なものを選び、次の①～④のうち一つを選び答えなさい。

	(1)	(2)
①	原尿 > 組織液	原尿 > 組織液
②	原尿 > 組織液	組織液 > 原尿
③	組織液 > 原尿	組織液 > 原尿
④	組織液 > 原尿	原尿 > 組織液

(3) 下部部(イ)の働きによって、ヒトの尿中にはわずかながら、細尿管の輸送上皮細胞で分泌されたアンモニア(NH₃)が含まれている。アンモニアがH⁺(水素イオン)とともに、輸送上皮細胞で分泌される理由の説明として最も適当なものを選び、次の①～④のうち一つを選び答えなさい。

- ① H⁺(水素イオン)の分泌に必要なエネルギーを生じる酸化物として分泌されていると考えられる。
- ② 輸送上皮細胞内のH⁺(水素イオン)濃度調節のために分泌されていると考えられる。
- ③ ヘンレのループ下行脚での、水の再吸収を促進するために分泌されていると考えられる。
- ④ 遠位細尿管での、塩類の再吸収を促進するために分泌されていると考えられる。

(4) 糸球体からろ過された原尿中および尿中における尿素の濃度をそれぞれ調べた結果、原尿に含まれる尿素の約20%が再吸収されていることがわかった。老廃物である尿素がなぜ再吸収されるのか、図2をもとにして、その理由として考えられることを述べなさい。

【2】 次は、ヘンレのループでは、まず、(1)下行脚で水が受動的に再吸収されます。また、(2)上行脚では、Na⁺、Cl⁻、K⁺などの塩類が能動的に再吸収されます。

【3】 さらに、遠位細尿管では、Na⁺、Cl⁻などが能動的に、水が受動的に再吸収されるとともに、K⁺などが能動的に細尿管内へ分泌されます。また、輸送上皮細胞からH⁺が細尿管内へ能動的に分泌されるのに伴って、アンモニア(NH₃)が細尿管内へ能動的に分泌されます。

【4】 最後に、集合管では、水が受動的に再吸収されるとともに、Na⁺、Cl⁻などが受動的に再吸収されます。また、K⁺、NH₄⁺などが分泌されます。

こうして、ろ過によってこし出された原尿のうち、約99%の水やほぼすべてのグルコース(ブドウ糖)、アミノ酸などの栄養素、Na⁺、Cl⁻などの塩類が再吸収され、残りのわずかな水と尿素、アンモニアなどの老廃物が尿として排出されます。

- 【図1の由来】
 - ・谷川勝博ほか編纂、『お訂読ステップ最新国語生物』、第一学習社、2017年、p.118。
- 【図2の由来】
 - ・岩田賢子編纂、『身体のしくみをからさく一歩一歩学ばせよう!』、サイエンス出版、2015年、<https://www.kang-no.com/siv/view/1901>。
- 【説明文の引用・参考文献】
 - ・岩田賢子編纂、『身体のしくみをからさく一歩一歩学ばせよう!』、サイエンス出版、2015年、<https://www.kang-no.com/siv/view/1901>。
 - ・津内昌弘ほか監訳、『キャンベルの生物学(初巻第9版)』、丸善出版、2013年。

(1) 図2に示す近位細尿管の輸送上皮細胞を観察したところ、細胞内部に他の細胞と比べてある特徴がみられた。この特徴に関する説明文として最も適当なものを選び、次の①～④のうち一つを選び答えなさい。

- ① リソソームが多量に存在していた。
- ② 原形質流動がみられなかった。
- ③ ミトコンドリアが多量に存在していた。
- ④ 液泡が発達していた。

- (5) 血液の血しょう中に含まれるグルコースが腎臓で尿中に排泄された場合、尿中に含まれるグルコースを尿糖といい、糖尿病の診断においては尿糖の検査が行われる。

図3は、血しょう中に含まれるグルコースの濃度 [mg/100mL] に対する、糸球体でのグルコースのろ過速度 [mg/分]、尿中のグルコース排泄速度 [mg/分]、細尿管でのグルコースの再吸収速度 [mg/分] をそれぞれ表している。図3のグラフをもとに、どのようにして尿中にグルコースが排泄されるか、尿糖が生じるのかを具体的に説明しなさい。

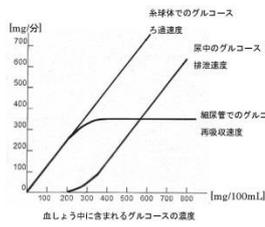


図3

【図3の由来】

患者方UPDで糖尿病疾患 © 2008-2016 Double-Cradle, JP
<http://www.double-cradle.jp/diabetes-knowledge/signs-and-symptoms/sugar-in-urine.html>

V 必須問題 (数融合領域)

1. 次の文章を読み、下の問いに答えなさい。

主要組織適合性複合体抗原 (MHC 抗原) は、細胞表面に発現しているタンパク質であり、多様性に富み、免疫系における自己と非自己の識別に利用されている。実験用のマウスでは、MHC 抗原がホモ接合になったマウスが移植等の実験に用いられている。

MHC 抗原が a (a/a) 系統のマウスと b (b/b) 系統のマウスを交配した F₁ (雑種一代) は、a 系統および b 系統の MHC 抗原を産生する a × b 系統になる (図1)。この F₁ マウスに親のマウスの組織を移植すると、F₁ マウスは移植片を拒絶せず、移植片は生着する。一方、F₁ マウスの組織を親に移植すると、親は移植片を拒絶する。これは、F₁ マウスでは、a 系統および b 系統の MHC 抗原がいずれも自己と認識されるが、親マウスでは、a 系統、もしくは b 系統の MHC 抗原のいずれのみが自己と認識されるからである。

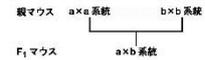


図1 親マウスと F₁ マウスの MHC 抗原の関係

- (1) F₁ マウス同士を交配した F₂ マウス (雑種第二代) の系統の組織を移植する場合、移植片が生着する確率は、 $\frac{(\text{ア})}{(\text{イ})}$ である。(ア)、(イ) に当てはまる数を入れなさい。なお、解答する場合は、それ以上約分できない形で答えなさい。

- (2) マウス X、マウス Y、マウス Z は、MHC 抗原の遺伝子型がそれぞれ異なり、a/a 系統、b × b 系統、c/c 系統、a × b 系統、b × c 系統、a × c 系統のいずれかのマウスとする。次の3つの条件をすべて満たすマウス X、マウス Y、マウス Z の MHC 抗原の遺伝子型を下の表1の①~③のうちからすべて選び、番号で答えなさい。

- 条件1 a 系統のマウスの組織をマウス X に移植すると、移植片は生着しない。
 条件2 マウス Y の組織をマウス X に移植すると、移植片は生着する。
 条件3 マウス Y とマウス Z を交配した F₁ マウスに、マウス X の組織を移植すると、約半数のマウスで移植片が生着する。

表1 マウス X、マウス Y、マウス Z の MHC 抗原の遺伝子型

番号	マウス X	マウス Y	マウス Z
①	a × b	a × a	a × c
②	a × b	b × b	a × c
③	b × c	b × b	a × a
④	b × c	b × b	c × c
⑤	b × c	b × b	a × b
⑥	b × c	b × b	a × c
⑦	b × c	c × c	a × b
⑧	b × c	c × c	a × c
⑨	b × b	b × c	c × c
⑩	c × c	b × c	b × b

- (3) 臓器移植における拒絶反応を抑制する薬剤の一つとして、タピロシリン (C₁₇H₁₉N₃O₆) という物質が使用されている。体重 60 kg の患者に、シクロスポリン 7 [mg/kg] を投与する際に必要なシクロスポリンの物質量 [mol] を求めなさい。ただし、原子量は H 1.0、C 12、N 14、O 16 とし、有効数字3桁を四捨五入し有効数字2桁で答えなさい。計算過程も示しなさい。

- (4) マウスを用いて皮膚移植の実験を行った。移植した皮膚の形は図2に示した四角形であった。この移植片は、マウスの体表面積の何パーセントに相当するか、有効数字3桁を四捨五入し有効数字2桁で答えなさい。ただし、マウスの体表面積を 70 cm² とし、必要に応じて、 $\sqrt{2}=1.41$ 、 $\sqrt{3}=1.73$ 、 $\sqrt{5}=2.24$ 、 $\sqrt{6}=2.45$ 、 $\sqrt{7}=2.65$ を用いなさい。次の (ア)~(イ) に当てはまる数を書きなさい。なお、分数形で解答する場合は、それ以上約分できない形で答えなさい。

図2の三角形 ABC において、1.6 cm と 1.4 cm に表された角を θ とする。

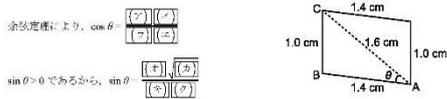


図2 移植した皮膚の形

移植した皮膚の面積を S [cm²] とすると、S $\frac{(\text{ア})}{(\text{イ})}$ である。よって、マウスの体表面積に対する移植片の割合は、 $\frac{(\text{ア})}{(\text{イ})} \cdot \frac{(\text{ウ})}{(\text{エ})}$ % である。

2. 次の文章を読み、下の問いに答えなさい。

MHC 抗原の異なるマウスを用いて皮膚移植の実験を行った。a 系統マウス (10 匹) の皮膚片 (1.0 cm × 2.0 cm) を b 系統マウス (10 匹) にそれぞれ移植した後、皮膚片の状態を観察し、皮膚片が脱落し始めた日 (開始日) と皮膚片が完全に脱落した日 (終了日) を記録した (1 回目の移植)。さらに、b 系統マウスに移植した皮膚片が脱落した直後、1 回目の移植が用いた同一の a 系統マウスから採取した皮膚片を b 系統マウスに再度移植し、皮膚片の状態を観察し、皮膚片が脱落し始めた日と皮膚片が完全に脱落した日を記録した (2 回目の移植)。これらの実験結果をまとめたのが表2である。

表2 皮膚片の移植経路上拒絶反応

1 回目の移植			2 回目の移植		
開始日	終了日	中間値 (日)*	開始日	終了日	中間値 (日)*
7	10	8.5	4	8	6.0
9	12	10.5	5	8	6.5
6	10	8.0	4	7	5.5
6	10	8.0	4	7	5.5
8	11	9.5	5	8	6.5
7	11	9.0	3	7	5.0
8	10	9.0	5	8	6.5
6	9	7.5	4	7	5.5
7	11	9.0	3	7	5.0
8	11	9.5	5	8	6.5

* 中間値 (日) は、開始日と終了日の中間の日を示している。

データは、藤村 誠 他 『岡山医学公報』 31(3-5)、433-435 (1985-1970) より抜粋した。

箱ひげ図とは、あるデータの最大値を M、最小値を m、第 1 四分位数を Q₁、中央値を Q₂、第 3 四分位数を Q₃ とするとき、これらの 5 つの値に対しての図をいう (図3)。

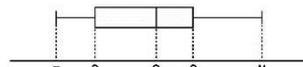


図3 箱ひげ図

(1) 1回目の移植と2回目の移植における中間値(日)に相当する箱ひし図を、次の図4のA~Fの中から選び、その適切な割合を下の①~⑥のうちから一つ選び番号で答えなさい。

図4 1回目の移植と2回目の移植の中間値(日)の箱ひし図

番号	1回目の移植	2回目の移植
①	A	D
②	A	E
③	A	F
④	B	D
⑤	B	E
⑥	B	F
⑦	C	D
⑧	C	E
⑨	C	F

【参考文献】
橋本 誠一郎「四肢皮膚移植の実験的研究、とくに移植皮膚片に対する物理的ならびに生物学的全層層が電離反応におよぼす影響について」岡山医学会雑誌 Vol. XI, No. 5-6, pp. 433-455 (1969-1970)

次世代型
理科・理数融合
解答冊子

大学

学部

学科・コース

【学生番号】
【氏名】

問題の選択番号
 III IV より1問選択

©大学入学者選抜改革推進委員会 理数分野 2018

I 必須問題 (物理領域①) 解答用紙

1.

(1)	(2)	
(3)		
(4)	(5)	(6)

II 必須問題 (物理領域②) 解答用紙

1.

最初、斜面上方に向けて動かし始めた場合

(ア)	(イ)	(ウ)
(エ)	(オ)	(カ)
(ク)	(キ)	(コ)

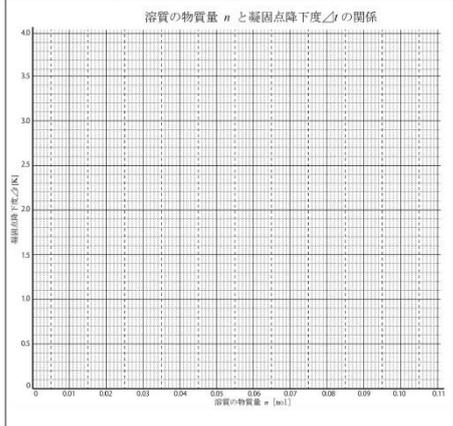
最初、斜面下方に向けて動かし始めた場合

(ク)	(ス)	(セ)
(サ)	(シ)	(ソ)
(タ)	(チ)	(ツ)

III 選択問題（化学領域） 解答用紙

1.

(1)	(2) 下のグラフ用紙に○で 解答しなさい	(3) 下のグラフ用紙に×で 解答しなさい	(4)
(5) 下のグラフ用紙に△で 解答しなさい	(6)	(7)	K



2.

(1)	①		
	②		
	③		
	④		
(2)	(a)	$< x \leq$	
		実験方法 ②-1	
		実験結果 ②-1a	物質 A
		実験結果 ②-1b	物質 B
	(b)	実験方法 ②-2	
		実験結果 ②-2c	物質 C
	実験結果 ②-2d	物質 D	

(3)	実験方法	
	1 つ 日	想定結果
	2 つ 日	測定結果

IV 選択問題（生物領域） 解答用紙

1.

(1)	(2)	(3)
(4)		
(5)		

V 必須問題（理数融合領域） 解答用紙

1.

(1)(ア)	(イ)	(2)	
(3)	計算過程		
mol			
(4)(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
(4)(イ)	(2)	(ホ)	(7)
(4)(ウ)	(二)	(フ)	
(4)(エ)	(ス)		

2.

(1)

次世代型
理科・理数融合
問題冊子

解答上の注意

- 1 指示があるまで、この問題冊子は開けないでください。
- 2 机の上には、筆記用具（鉛筆、シャープペンシル、消しゴム）、時計（計算機のないもの）以外のものは置かないでください。
- 3 この問題冊子には、I ～ V の5問があります。総ページは27ページです。
- 4 解答は、解答冊子に記入してください。
- 5 Ⅱ、Ⅲのうち1問を選択し、解答してください。Ⅱ、Ⅲ、Ⅳは、必須問題です。
- 6 解答用紙の選択問題記入欄に、選択した問題の番号を記入してください。
- 7 配布した問題冊子は、持ち帰らないでください。

○大学入学資格改革推進委員会 理数分野2018
無断転載・複製・転用禁止

I 必須問題（物理領域①）

1. 物理基礎の授業で、40名の生徒が次のような実験を行った。実験結果・考察に関する下の問い(1)～(5)に答えなさい。

目的

物理の教科書には「空気の抵抗などがはたらかない理想的な状況では、物体が落下するときの重力加速度は物体の質量によらず約9.8[m/s²]である」と記載されている。このことを調べるために、質量の異なる物体を落下させ、物体が落下するときの加速度を測定し、考察する。

実験方法および実験装置

- (1) 落下物（おもりと記録テープを合わせた物体）の質量を測定する。
- (2) 図1の装置を設置する。
- (3) 静かに手を放して、落下物の落下運動を記録タイマーで記録する。記録タイマーは記録テープに0.1[s]毎に打点を打つ。（図2）
- (4) 記録テープより平均の落下速度を計算し、平均の落下速度と時間のグラフ（v-t図）を作成する。
- (5) v-t図の傾きから、落下加速度を求める。

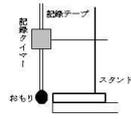


図1

(1) 図2は、実験手順(3)で得られた記録テープの一例である。この記録テープに記録された落下物の運動について0.1[s]から0.2[s]における平均の落下速度を算出せよ。

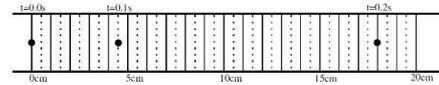
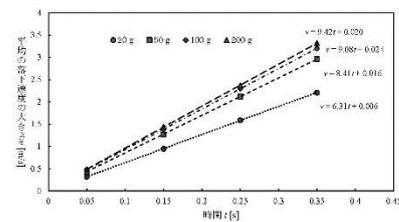


図2

(2) 図3は実験手順(4)で得られたv-t図の一例である。図3に示すように、測定を行った時間の範囲内では、どの質量の実験においても、速度は時間の1次関数（直線）としてよく表現できている。このことから、落下物にはたらく力の合力の性質について述べたものとして、適切なものを次の①～④のうちから一つ選び番号で答えなさい。

- ① 落下物の速さによらず、力の大きさは一定である。
- ② 落下物の速さに比例して、力の大きさは大きくなる。
- ③ 落下物の速さの2乗に比例して、力の大きさは大きくなる。
- ④ 落下物の速さの平方根に比例して、力の大きさは大きくなる。



(傾斜中の直線はデータ点からのずれが最も小さくなるように引いた直線である。)

図3

(3) 質量20g、50g、100g、200gの落下物について、40人が得た落下速度の平均値は次の表1のようになった。表1の落下加速度の平均値はどの質量でも、教科書に記載されている重力加速度の値9.8[m/s²]より小さな値となった。これは平を離した後、落下物に空気抵抗のような落下を妨げる力がはたかっているためと考えられる。このような力として、どのようなものが考えられるか、空気抵抗以外の力を考えよ。

落下物の質量 [g]	20	50	100	200
落下の加速度 [m/s ²]	6.3	8.4	9.1	9.4

(4) 表1の結果を縦軸に測定された落下加速度の平均値、横軸に落下物の質量または質量の逆数をとり、グラフで表したらのが図4である。図4の右図からわかるように、落下物の測定された落下加速度の平均値と質量の逆数の関係は直線よく近似されている。このことから、落下物にはたらく重力以外の力の合力の大きさFの性質について述べたものとして、適切なものを次の①～⑤のうちから一つ選び番号で答えなさい。

- ① Fは落下物の質量に比例して大きくなる。
- ② Fは落下物の質量の逆数に比例して大きくなる。
- ③ Fは落下物の質量に関係なく一定である。
- ④ Fは落下物の速さに関係なく一定である。
- ⑤ Fは落下物の速さに比例して大きくなる。

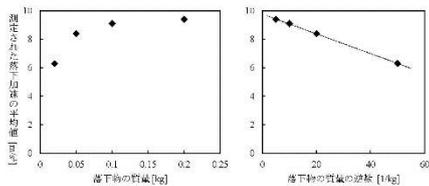


図4

(5) 図4の右図において4つのデータの最も近くを補る直線の方程式が、横軸を x 、縦軸を y として、 $y = ax + b$ (a, b は実数値) で表されたとする。このとき、重力加速度 g [m/s²] の大きさと重力以外の力 F [N] の大きさを a, b で表したときの組み合わせとして、適切なものを次の㉑～㉙のうちから一つ選び番号で答えなさい。

	g	F
㉑	a	b
㉒	a	$\frac{1}{b}$
㉓	a	$-b$
㉔	a	$\frac{1}{b}$
㉕	b	a
㉖	b	$\frac{1}{a}$
㉗	b	$-a$
㉘	b	$-\frac{1}{a}$

II 必須問題 (物理領域②)

1. 下の問いに答えなさい。

水平面と角度 θ ($0 < \theta < \pi/2$) をなす十分に長い斜面に沿って一次元運動する小物体を考える。すなわち、斜面の最大傾斜方向に x 軸をとり、 x 軸上を運動する小物体を考える。ただし、斜面上方を x 軸の正方向(速度 v の正方向)とする。また小物体と斜面の間の静止摩擦係数を μ_0 、動摩擦係数を μ_k 、重力加速度の大きさを g とする。

時刻 $t=0$ に小物体を速度 $v_0 > 0$ で斜面上方へ動かした場合は(ケース A、 $v_0 > 0$)と、斜面下方へ速度 $v_0 > 0$ で動かした場合は(ケース B、 $v_0 < 0$)を考える。それぞれ θ の値によってその後の運動の定性的な振る舞いが異なる。 $\tan \theta = \mu_0$ を満たす角度 θ_0 、 $\tan \theta = \mu_k$ を満たす角度 θ_k と θ の大小関係で場合分けを行い、次の解答群の中から適切なものを適当な形で以下の表を完成せよ。ただし、 $0 < \theta_0 < \pi/2$ 、 $0 < \theta_k < \pi/2$ である。列は、左端から右へ θ が大きくなる順に並べよ。それぞれ θ の値は最大値を越える場合分けはできないように列挙してあるが、場合分けが通り未達で右側に不要な値が来る場合はその列のすべての行に「①」を選択し、場合分けが通り未達で $\theta = \theta_0$ の場合を除くものとする。

θ の値・範囲	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)	(オ)
ケース A での定性的振る舞い	(イ)	(キ)	(ク)	(ケ)	(コ)
ケース A での速度 $v(t)$ の図	(ク)	(ク)	(ス)	(ク)	(ス)
ケース B での定性的振る舞い	(イ)	(ク)	(セ)	(ケ)	(キ)
ケース B での速度 $v(t)$ の図	(ク)	(コ)	(ク)	(ト)	(ク)

(ア) (イ) (ウ) (エ) (オ) の解答群

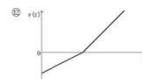
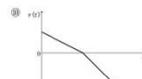
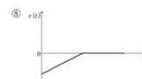
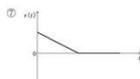
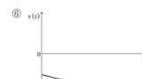
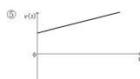
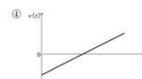
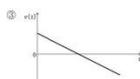
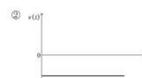
- ① 空欄 ② $\theta = \theta_0$ ③ $\theta < \theta_0$ ④ $\theta > \theta_0$
 ⑤ $\theta_0 < \theta < \theta_k$ ⑥ $\theta_k < \theta < \theta_0$ ⑦ $\theta_k < \theta$ ⑧ $\theta_0 < \theta$

(イ) (ウ) (キ) (ク) (ケ) (セ) (ケ) (コ) (ト) (ク) の解答群

- ① 空欄
 ② 減速し続ける(速度 v が減り続ける)。
 ③ 加速し続ける(速度 v が増え続ける)。
 ④ 等速で動き続ける。
 ⑤ 減速(速度 v が減少)し速度が0になった後、反対方向に加速運動(速度 v が増加)する。
 ⑥ 減速(速度 v が減少)し速度が0になった後静止し続ける。

(ウ) (イ) (ク) (コ) (ス) (ウ) (ク) (ト) (ス) (ク) の解答群

① 空欄



III 選択問題 (化学領域)

1. 次の文を読み、13ページの別添資料を参考に下の問い(1)～(7)に答えなさい。

高校1年生の京太郎くんは夏の部活動中、自宅で完全に凍らせたおいたスポーツドリンクが少し融けたときに飲むと、凍らせる前よりも甘味が強くなっていることに気が付いた。このことを先生に話す。これを課題研究のテーマに設定してみてはどうかと提案され、水溶液の凝固について課題研究を行うことにした。

京太郎くんの観察結果

- ・甘味が強くなるのは少し融けたときに飲んだ場合であった。
- ・凍っている部分が残っているときには飲まずに、全て融けてから飲む場合、甘みの強さは凍らせる前と同じであった。
- ・一部融けた状態(状態1)で融けている部分を飲んでみると甘味は強かった。その時点での融けている部分(水溶液)をすべて飲み干した後、凍っている部分が全て融けてから(状態2)味を確かめると、甘味は弱かった。



(1) 観察結果より、京太郎くんは次の仮説を立てた。

仮説: 「水溶液を冷却し、水溶液が凍っていく過程で、凍っている部分に溶質は含まれない」
 この仮説を確かめるための実験操作として最も適切なものを、次の①～④のうちから一つ選び番号で答えなさい。

- ① 10%塩化ナトリウム水溶液の凝固点を調べる。
 ② 10%塩化ナトリウム水溶液を冷却し水溶液中に固体が生成し始めたときから一定時間ごとに水溶液を取り出し、その水溶液の塩化ナトリウム濃度を調べる。
 ③ 10%塩化ナトリウム水溶液を冷却し、水溶液中に固体が生成し始める温度を調べる。
 ④ 10%塩化ナトリウム水溶液を冷却し、水溶液すべてが凝固する温度を測定する。

京太郎くんは(1)で立てた仮説を確かめるための実験を行っている際に、水溶液の凝固点は純水の凝固点(0°C)よりも低くなることに気がついた。そこで、水溶液の濃度と凝固点との関係を探るため、次の【実験1】を行った。実験結果の表中の△[K]は凝固点降下度とよばれる値であり、水の凝固点0°Cと測定した水溶液の凝固点T[C]から、以下の式で求められる。

$$\Delta[K] = 0 - T[C]$$

【実験1】

グルコースを水100gに溶解させ、凝固点を測定した。次の表は、溶かしたグルコースの質量 [g] と凝固点降下度△[K] の関係を示している。

溶かしたグルコースの質量 [g]	2.00	4.00	6.00
△[K]	0.207	0.413	0.620

次に、京太郎くんは溶質の種類によって水の凝固点がどの程度低くなるのか、その影響を調べるため、以下の【実験2】、【実験3】を行った。

【実験2】

尿素を水100gに溶解させ、凝固点を測定した。次の表は、溶かした尿素の質量 [g] と凝固点降下度△[K] の関係を示している。

溶かした尿素の質量 [g]	2.00	4.00	6.00
△[K]	0.620	1.24	1.86

【実験3】

塩化ナトリウムを水100gに溶解させ、凝固点を測定した。次の表は溶かした塩化ナトリウムの質量 [g] と凝固点降下度△[K] の関係を示している。

溶かした塩化ナトリウムの質量 [g]	2.00	4.00	6.00
△[K]	1.28	2.56	3.84

(2) 【実験1】の全ての結果を解答欄のグラフ用紙に○で点を打ちなさい。線でつなぐ必要はない。

(3) 【実験2】の全ての結果を解答欄のグラフ用紙に×で点を打ちなさい。線でつなぐ必要はない。

(4) 【実験1】、【実験2】の結果に基づく考察として適切でないものはどれか、下の①～⑤のうちから番号で答えなさい。ただし、複数ある場合はすべて答えなさい。

- ① 溶解させたグルコースの物質濃と凝固点降下度は比例の関係にある。
- ② 溶媒が水である場合、溶質1.00gあたりの凝固点降下度は溶質の種類には関係なく一定である。
- ③ 水溶液の凝固点降下度は溶質の質量に比例する。
- ④ 同じ質量で比較した場合、尿素の方がグルコースよりも凝固点を低下させる効果が大い。
- ⑤ 凝固点降下度は溶質の種類に関係なく、溶質の種類と物質濃によって決まる。
- ⑥ 凝固点降下度は溶質の種類に関係なく、溶質の物質濃によって決まる。

(5) 【実験3】の全ての結果を解答欄のグラフ用紙に△で点を打ちなさい。線でつなぐ必要はない。

(6) 【実験3】の結果に基づく考察を行った場合、【実験1】と【実験2】の結果に基づき考察とは矛盾する点がある。矛盾すると考えられる考察を(4)の①～⑤から適切な番号で答えなさい。ただし、(4)で適切でないとして選択したものを除外することはできない。また、複数ある場合はすべて答えなさい。

(7) 【実験1】～【実験3】より、硝酸カリウム 3.48gを水100gに溶かしたときの凝固点降下度△[K]を予想しなさい。ただし、答えは有効数字2桁で求めなさい。

別添資料

表1 純物質の融点、モル質量

名称	化学式	1気圧で測定したときの融点 [°C]	モル質量 [g/mol]	水100gに対する溶解量 (20°C)
酸素	O ₂	-218.9	32	3.11 mL
ナトリウム	Na	99.9	23	—
マグネシウム	Mg	650	24	—
塩素	Cl ₂	-101.0	71	230 mL
カルシウム	Ca	851	80	—
ヨウ素	I ₂	113.7	254	0.029 g
水	H ₂ O	0	18	—
二酸化炭素	CO ₂	-78.5 (昇華点)	44	87.8 mL
塩化水素	HCl	-114.2	36.5	77.0 g
硫酸	H ₂ SO ₄	10.4	98	—
硝酸	HNO ₃	-41.3	63	—
水酸化ナトリウム	NaOH	318.4	39	109 g
水酸化マグネシウム	Mg(OH) ₂	加熱分解	58	0.09 g
水酸化カルシウム	Ca(OH) ₂	加熱分解	56	0.16 g
塩化ナトリウム	NaCl	800	58	35.8 g
塩化コバルト	CoCl ₂	735	130	52.9 g
硫酸ナトリウム	Na ₂ SO ₄	884	142	19.4 g
硫酸マグネシウム	MgSO ₄	1155	120	33.7 g
硫酸銅(Ⅱ)	CuSO ₄	—	160	20.1 g
硝酸カリウム	KNO ₃	339	101	31.6 g
硝酸銀	AgNO ₃	208.5	170	215 g
炭酸カルシウム	CaCO ₃	加熱分解	100	0.091 g
炭酸水素ナトリウム	NaHCO ₃	加熱分解	84	9.55 g
ヨウ化マグネシウム	MgI ₂	加熱分解	278	140 g
グルコース	C ₆ H ₁₂ O ₆	146.5	180	—
尿素	CO(NH ₂) ₂	132	60	—

表1の融点等の値は「岩波理化学辞典増訂版(増訂第8刷)」、「化学便覧基礎編改訂4版」、「安全データシート(昭和化学株式会社)」等を参考にしている。なお、記載がなかったものは「—」としている。

2. 次の文章を読み、13ページの別添資料を参考に下の問い(1)～(3)に答えなさい。
先生と京子さんが薬品庫の薬品を整理していると、次の図のような薬品ラベルのはがれた薬品瓶を発見した。薬品瓶の中には、白色の固体が入っていた。



京子さんはその見た目から、「この白色固体は水酸化カルシウムではないか」と考え、先生に尋ねた。

京子：「先生、この試験瓶に入っているのは白色固体なので、水酸化カルシウムだと思います。」
先生：「白色粉末だけで水酸化カルシウムと決めることはできますか。」
京子：「うーん、じゃあ水に溶かしてpHを測定し、塩基性であることを確かめます。」
先生：「塩基性の白色固体は水酸化ナトリウムなど、他にも考えられますね。物質を特定するためには複数の実験を行う必要があります。京子さん、この白色固体が水酸化カルシウムであることを確かめるための実験計画を立ててみてはいかがですか。」
京子：「分かりました。やってみます！」

腎臓の主な働きは、尿の生成を通じて血液の浄化と体液の濃度調節です。この働きを担う構造として、左右それぞれの腎臓の内部には、ネフロン（腎単位）が約100万個存在しています。1つのネフロンは、腎臓の内部にある腎皮質と腎髄質を往來するように存在しています。そして、1つのネフロンは、腎小体と細尿管から構成されています。腎小体は毛細血管が球状に集まった糸球体とそれを包み込んでいるボーマンのうで構成されています。細尿管は、ボーマンのうに続く近位細尿管からヘンレのループを経て、遠位細尿管へと曲がりくねった構造をしています。また、細尿管の周囲には毛細血管が密着しています。遠位細尿管は、集合管という太い管に接続しており、集合管は、腎うへとつながっています。

腎臓では腎動脈から入った血液が、動脈を経て、球状の毛細血管である糸球体へ送られます。ここで、血液の血しょう中に含まれる一部の物質は、糸球体からそれを包むボーマンのうへ送られます。これをろ過といいます。ろ過されてボーマンのう側へ送られた液体を原尿といい、原尿には、水、Na⁺、Cl⁻、K⁺などの塩類、HCO₃⁻、H⁺、尿素、グルコース（ブドウ糖）、アミノ酸などが含まれます。ろ過されないタンパク質などの物質は糸球体から毛細血管を経て、静脈へ送られます。

図2に示すように、ろ過されてボーマンのう側へ送られた原尿は、再吸収と分泌という過程を経て、尿として排出されています。再吸収と分泌の過程は、以下の【1】～【4】の順に進んでいきます。

【1】 原尿は、まず、近位細尿管へ送られます。ここでは、原尿に含まれるほぼすべてのグルコース（ブドウ糖）などの栄養素が再吸収されるとともに、約80%のNa⁺、Cl⁻、K⁺などの塩類と水が再吸収されます。再吸収には、濃度差に応じて物質が移動する「受動的な」ものと、濃度差に逆らって多量のエネルギーを消費することによって物質を輸送する「能動的な」ものがあります。ここで再吸収のしくみは、まず、栄養素とNa⁺が細尿管内から細尿管の輸送上皮細胞に受動的に移動したのち、輸送上皮細胞から細尿管を浸す組織液へと能動的に輸送されます。Na⁺の移動に伴ってCl⁻も移動し、水も受動的に組織液側へと移動していきます。そして、栄養素と塩類、水は近接する毛細血管内へさらに移動していきます。また、輸送上皮細胞からH⁺が細尿管内へ能動的に分泌されるのに伴って、HCO₃⁻が受動的に再吸収されます。

【2】 次に、ヘンレのループでは、まず、下行管で水が受動的に再吸収されます。また、上行管では、Na⁺、Cl⁻、K⁺などの塩類が能動的に再吸収されます。

【3】 さらに、遠位細尿管では、Na⁺、Cl⁻などが能動的に、水が受動的に再吸収されるとともに、K⁺などが能動的に細尿管内へ分泌されます。また、輸送上皮細胞からH⁺が細尿管内へ能動的に分泌されるのに伴って、アンモニア（NH₃）が細尿管内へ能動的に分泌されます。

【4】 最後に、集合管では、水が受動的に再吸収されるとともに、Na⁺、Cl⁻などが能動的に再吸収されます。また、K⁺、NH₃などが分泌されます。こうして、ろ過によってこし出された原尿のうち、約99%の水がほぼすべてのグルコース（ブドウ糖）、アミノ酸などの栄養素、Na⁺、Cl⁻などの塩類が再吸収され、残りのわずかな水と尿素、アンモニアなどの老廃物が尿として排出されます。

- 【図1】の出現
- ・基礎教科ほか監訳、『訂訳スタディ最頻出説生物no.』第一学習社、2017年、p.118.
- 【図2】の出現
- ・増田敦子編著、『身体のしくみとほたるき一冊しるし学が解剖生理』、サイエ出版、2015年、<https://www.kango-roo.com/ank/view/1901>
 - ・増田敦子編著、『身体のしくみとほたるき一冊しるし学が解剖生理』、サイエ出版、2015年、<https://www.kango-roo.com/ank/view/1901>
 - ・我内昌彦ほか監訳、『キャンベル生物学（原簿第9版）』丸善出版、2013年。

(1) 図2に示す近位細尿管の輸送上皮細胞を観察したところ、細胞内側は他の組織の細胞と比べてある特徴がみられた。この特徴に関する説明文として最も適当なものを選び、次の①～④のうちから一つ番号で答えなさい。

- ① リボソームが多量に存在していた。
- ② 原形質流動がみられなかった。
- ③ ミトコンドリアが多量に存在していた。
- ④ 液胞が発達していた。

(2) 下脚部(ア)について、ヘンレのループの(1)下行管で水が受動的に再吸収された場合、および(2)上行管で塩類が能動的に再吸収された場合、細尿管内の原尿と組織液の濃度の差を要するものを選び合わせて最も適当なものを選び、次の①～④のうちから一つ番号で答えなさい。

	(1)	(2)
①	原尿 > 組織液	原尿 > 組織液
②	原尿 > 組織液	組織液 > 原尿
③	組織液 > 原尿	組織液 > 原尿
④	組織液 > 原尿	原尿 > 組織液

(3) 下脚部(イ)の働きによって、ヒトの尿中にはわずかながら、細尿管の輸送上皮細胞で分泌されたアンモニア（NH₃）が含まれている。アンモニアがH⁺（水素イオン）とともに、輸送上皮細胞で分泌される理由の説明として最も適当なものを選び、次の①～④のうちから一つ番号で答えなさい。

- ① H⁺（水素イオン）の分泌に必要なエネルギーを生じる老廃物として分泌されていると考えられる。
- ② 輸送上皮細胞内のH⁺（水素イオン）濃度調節のために分泌されていると考えられる。
- ③ ヘンレのループ下行管での、水の再吸収を促進するために分泌されていると考えられる。
- ④ 遠位細尿管での、塩類の再吸収を促進するために分泌されていると考えられる。

(4) 糸球体からろ過された原尿中には原尿中における尿素の濃度をそれぞれ調べた結果、原尿中に含まれる尿素の約29%が再吸収されていることがわかった。老廃物である尿素がなぜ再吸収されるのか、図2をもとにして、その理由として考えられることを述べなさい。

(5) 血液の血しょう中に含まれるグルコースが腎臓で尿中に排泄された場合、尿中に含まれるグルコースを尿糖といい、糖尿病の診断においては尿糖の検査が行われる。

図3は、血しょう中に含まれるグルコースの濃度 [mg/100mL] に対する、糸球体でのグルコースのろ過速度 [mg/分]、尿中のグルコース排泄速度 [mg/分]、細尿管でのグルコースの再吸収速度 [mg/分] をそれぞれ表している。図3のグラフをもとに、どのようにして尿中にグルコースが排泄され、尿糖が生じるのかを具体的に説明しなさい。

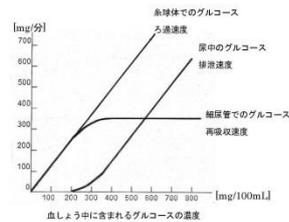


図3

- 【図3】の出現
- 患者方UPJで糖尿病患員© 2008-2016 Double-Cradle,JP
<http://www.double-cradle.jp/diabetes-mellitus-knowledge/signs-and-symptoms/sugar-in-urine.html>

V 必須問題（理数融合領域）

1. 次の文章を読み、下の問いに答えなさい。

工業用遺伝子組み換え作物（MHC 抗原）は、細胞表面に発現しているタンパク質であり、多様性が富み、免疫系における自己と非自己の識別に利用されている。実験用のマウスでは、MHC 抗原がほぼ重合になったマウスが移植等の実験に用いられている。

MHC 抗原が a (a×a) 系統のマウスと b (b×b) 系統のマウスを交配した F₁ (雑種第一代) は、a 系統および b 系統の MHC 抗原を発現する a×b 系統になる（図 1）。この F₁ マウスに親のマウスの組織を移植すると、F₁ マウスは移植片を拒絶せず、移植片は生存する。一方、F₁ マウスの組織を親に移植すると、親は移植片を拒絶する。これら F₁ マウスでは、a 系統および b 系統の MHC 抗原がいずれも自己と認識されるが、親マウスでは、a 系統、もしくは b 系統の MHC 抗原のいずれのみが自己と認識されるからである。

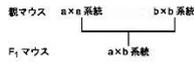


図 1 親マウスと F₁ マウスの MHC 抗原の関係

(1) F₁ マウス同士を交配した F₂ マウス（雑種第二代）に親の組織を移植する場合、移植片が生存する確率は、 $\frac{(7)}{(7)}$ である。 $\frac{(7)}{(7)}$ 、 $\frac{(7)}{(7)}$ に当てはまる数を入れなさい。なお、解答する場合は、それ以上約分できない形で答えなさい。

(2) マウス X、マウス Y、マウス Z は、MHC 抗原の遺伝子型がそれぞれ異なり、a×a 系統、b×b 系統、c×c 系統、a×b 系統、b×c 系統、a×c 系統のいずれかのマウスとする。次の 3 つの条件をすべて満たすマウス X、マウス Y、マウス Z の MHC 抗原の遺伝子型を下の表 1 の①～③の中からすべて選び、番号で答えなさい。

- 条件 1 a 系統のマウスの組織をマウス X に移植すると、移植片は生存しない。
- 条件 2 マウス Y の組織をマウス X に移植すると、移植片は生存する。
- 条件 3 マウス Y とマウス Z を交配した F₁ マウスに、マウス X の組織を移植すると、約半数のマウスで移植片が生存する。

表 1 マウス X、マウス Y、マウス Z の MHC 抗原の遺伝子型

番号	マウス X	マウス Y	マウス Z
①	a×b	a×a	a×c
②	a×b	b×b	a×c
③	b×c	b×b	a×a
④	b×c	b×b	c×c
⑤	b×c	b×b	a×b
⑥	b×c	b×b	a×c
⑦	b×c	c×c	a×b
⑧	b×c	c×c	a×c
⑨	b×b	b×c	a×c
⑩	c×c	b×c	b×b

(3) 臓器移植における拒絶反応を抑制する薬剤の一つとして、カザから開発されたシクロスポリン (C₁₇H₃₁N₅O₄) という物質が使用されている。体重 60 kg の患者に、シクロスポリン 7 [mg/kg] を投与する場合に必要なシクロスポリンの物質量 [mol] を求めなさい。ただし、原子量を H 1.0、C 12、N 14、O 16 とし、有効数字 3 桁を四捨五入し、有効数字 2 桁で答えなさい。計算過程も示しなさい。

(4) マウスを用いて皮膚移植の実験を行った。移植した皮膚の形は図 2 に示した直角形であった。この移植片は、マウスの体表面積の何パーセントに相当するか、有効数字 3 桁を四捨五入し有効数字 2 桁で答えなさい。ただし、マウスの体表面積を 70 cm² とし、必要に応じて、 $\sqrt{2}=1.41$ 、 $\sqrt{3}=1.73$ 、 $\sqrt{5}=2.24$ 、 $\sqrt{6}=2.45$ 、 $\sqrt{7}=2.65$ を用いなさい。次の $\frac{(7)}{(7)}$ 、 $\frac{(7)}{(7)}$ に当てはまる数を入れなさい。なお、分数形で解答する場合は、それ以上約分できない形で答えなさい。

図 2 の三角形 ABC において、1.6 cm と 1.4 cm に接した角を θ とすると、

余弦定理より、 $\cos \theta = \frac{(7)}{(7)} \cdot \frac{(7)}{(7)}$

$\sin \theta > 0$ であるから、 $\sin \theta = \frac{(7)}{(7)} \cdot \frac{(7)}{(7)}$

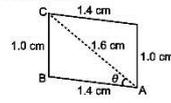


図 2 移植した皮膚の形

移植した皮膚の面積を S [cm²] とすると、 $S = \frac{(7)}{(7)} \cdot \frac{(7)}{(7)}$

よって、マウスの体表面積に対する移植片の割合は、 $\frac{(7)}{(7)} \cdot \frac{(7)}{(7)}\%$ である。

2. 次の文章を読み、下の問いに答えなさい。

MHC 抗原の異なるマウスを用いて皮膚移植の実験を行った。a 系統マウス (10 匹) の皮膚片 (1.0 cm × 2.0 cm) を b 系統マウス (10 匹) にそれぞれ移植した後、皮膚片の状態を観察し、皮膚片が脱落し始めた日 (開始日) と皮膚片が完全に脱落した日 (終了日) を記録した (1 回目の移植)。さらに、b 系統マウスに移植した皮膚片が脱落した直後、1 回目の移植に用いた同様の a 系統マウスから採取した皮膚片を b 系統マウスに再度移植し、皮膚片の状態を観察し、皮膚片が脱落し始めた日と皮膚片が完全に脱落した日を記録した (2 回目の移植)。これらの実験結果を主とあかのが表 2 である。

表 2 皮膚片の脱落移植と拒絶反応

1 回目の移植			2 回目の移植		
開始日	終了日	中間値(日) [*]	開始日	終了日	中間値(日) [*]
7	10	8.5	4	8	6.0
9	12	10.5	5	8	6.5
6	10	8.0	4	7	5.5
6	10	8.0	4	7	5.5
8	11	9.5	5	8	6.5
7	11	9.0	3	7	5.0
8	10	9.0	5	8	6.5
6	9	7.5	4	7	5.5
7	11	9.0	3	7	5.0
8	11	9.5	5	8	6.5

*中間値(日)は、開始日と終了日の中間の日を示している。
 ①～⑩は、国本 謙一 岡山医学雑誌 31(5):6, 433-455(1969-1970)より抜粋した。

箱ひげ図とは、あるデータの最大値を M、最小値を m、第 1 四分位数を Q₁、中央値を Q₂、第 3 四分位数を Q₃ とするとき、これらの 5 つの値に対しての図をいう (図 3)。

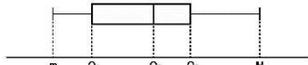


図 3 箱ひげ図

(1) 1 回目の移植と 2 回目の移植における中間値 (日) に相当する箱ひげ図を、次の図 4 の A～F の中から選び、その適切な組合せを下の①～⑩のうちから 1 つ選び番号で答えなさい。

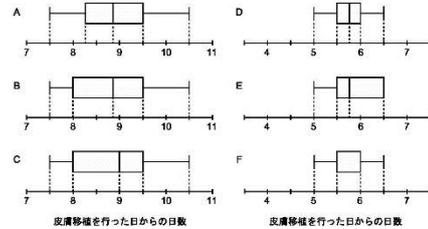


図 4 1 回目の移植と 2 回目の移植の中間値 (日) の箱ひげ図

番号	1 回目の移植	2 回目の移植
①	A	D
②	A	E
③	A	F
④	B	D
⑤	B	E
⑥	B	F
⑦	C	D
⑧	C	E
⑨	C	F
⑩	C	F

【参考文献】

国本 謙一 岡山皮膚移植の実験的研究、とくに移植皮膚片に対する物理的ならびに生物学的な拒絶反応が拒絶反応におよぼす影響について 岡山医学雑誌 Vol. 31, No. 5-6, pp. 433-455 (1969-1970)

次世代型
理科・理数融合
解答冊子

<input type="text"/>	大学
<input type="text"/>	学部
<input type="text"/>	学科・コース
【学生番号】 <input type="text"/>	【氏名】 <input type="text"/>

問題の選択番号
Ⅲ Ⅳ より1問選択

©大学入学共通試験改革推進委員会 理数分野 2018

- 1 -

Ⅰ 必須問題（物理領域①） 解答用紙

1.

(1)	(2)
(3)	
(4)	(5)

- 2 -

Ⅱ 必須問題（物理領域②） 解答用紙

1.

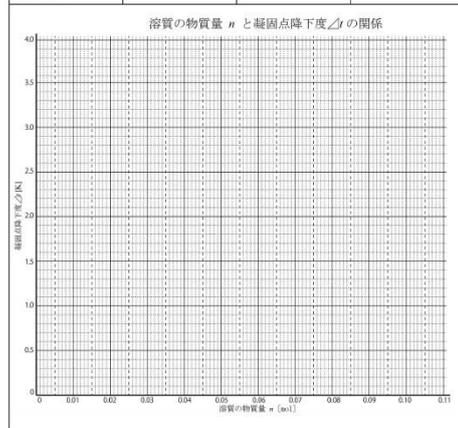
(ア)	(カ)	(サ)	(タ)	(ナ)
(イ)	(キ)	(シ)	(チ)	(ネ)
(ウ)	(ク)	(ス)	(ツ)	(ヌ)
(エ)	(ケ)	(セ)	(テ)	(ホ)
(オ)	(コ)	(ソ)	(ト)	(フ)

- 3 -

Ⅲ 選択問題（化学領域） 解答用紙

1.

(1)	(2) 下のグラフ用紙に○で 解答しなさい	(3) 下のグラフ用紙に×で 解答しなさい	(4)
(5) 下のグラフ用紙に△で 解答しなさい	(6)	(7) K	



- 4 -

2.

(1)	①		
	②		
	③		
	④		
(2)	(a)	$< x \leq$	
		実験方法 ②-1	
		実験結果 ②-1a	物質 A
		実験結果 ②-1b	物質 B
	(b)	実験方法 ②-2	
		実験結果 ②-2c	物質 C
	実験結果 ②-2d	物質 D	

- 5 -

(3)	1	実験方法
	2	想定結果
(3)	2	実験方法
	3	測定結果

- 6 -

IV 選択問題 (生物領域) 解答用紙

1.

(1)	(2)	(3)
(4)		
(5)		

- 7 -

V 必須問題 (理数融合領域) 解答用紙

1.

(1)(ア)	(イ)	(2)	
(3)	計算過程		
	mol		
(4)(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
(4)(カ)	(ク)	(ケ)	(コ)
(4)(ク)	(コ)	(サ)	
(4)(シ)	(ス)		

2.

(1)

- 8 -

次世代型
理科・理数融合
問題冊子

解答上の注意

- 1 指示があるまで、この問題冊子は開けないでください。
- 2 机の上には、筆記用具(鉛筆、シャープペンシル、消しゴム)、時計(計算機のないもの)以外のものは置かないでください。
- 3 この問題冊子には、I～IVの4問があります。総ページは23ページです。
- 4 解答は、解答冊子に記入してください。
- 5 配布した問題冊子は、持ち帰らないでください。

©大学入学共通教育改革推進委託事業 理数分野2018
無断転載・複製・転用禁止

I 必須問題 (物理領域)

1. 下の問いに答えなさい。

水平面と角度 θ ($0 < \theta < \pi/2$)をなす十分に長い斜面に沿って一次元運動する小物体を考える。すなわち、斜面の最大傾斜角方向に x 軸をとり、 x 軸上を運動する小物体を考える。ただし、斜面上方を x 軸の正方向(速度 v の正方向)とする。また小物体と斜面の間の静止摩擦係数を μ_0 、動摩擦係数を μ 、重力加速度の大きさを g とする。

時刻 $t=0$ に小物体を速さ $|v_0| > 0$ で斜面上方へ動かした場合(ケースA、 $v_0 > 0$)と、斜面下方へ速さ $|v_0| > 0$ で動かした場合(ケースB、 $v_0 < 0$)を考えると、それぞれ θ の値によってその後の運動の定性的な振る舞いが異なる。 $\tan \theta = \mu_0$ を満たす角度 θ_0 、 $\tan \theta = \mu$ を満たす角度 θ_1 、 θ の大小関係で場合分けを行い、次の解答欄の中から適切なものを選んで以下の表を完成せよ。ただし、 $0 < \theta_0 < \pi/2$ 、 $0 < \theta_1 < \pi/2$ である。すなわち、左端から右へ θ が大きくなる順で並ぶこと。それぞれの表には最大3通りの場合分けができるよう3列用意してあるが、場合分けが3通り未満で行列に不要な列が空になる場合はその列のすべての行に列「⑤:空欄」を記入すること。また今回は、 $\theta = \theta_0$ の場合を除くものとする。

ケースA(最初、斜面上方に向けて動かした場合)

θ の値・範囲	(ア)	(イ)	(キ)
定性的振る舞い	(イ)	(カ)	(ク)
速度 $v(t)$ の図	(ウ)	(コ)	(ク)

ケースB(最初、斜面下方に向けて動かした場合)

θ の値・範囲	(カ)	(ク)	(ケ)
定性的振る舞い	(キ)	(ク)	(ケ)
速度 $v(t)$ の図	(ク)	(コ)	(ク)

(ア)、(イ)、(キ)、(カ)、(ク)、(ケ)の解答群

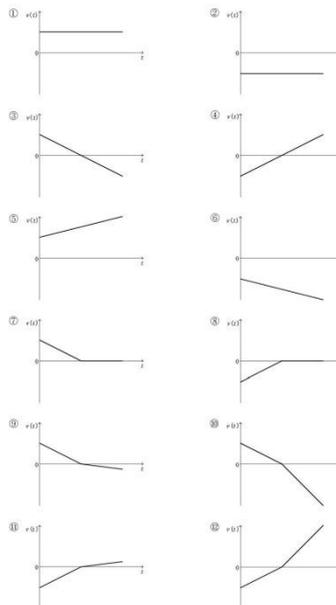
- ⑤:空欄 ①: $\theta = \theta_0$ ②: $\theta < \theta_0$ ③: $\theta < \theta_1$
 ④: $\theta_0 < \theta < \theta_1$ ⑥: $\theta_1 < \theta < \theta_0$ ⑦: $\theta_0 < \theta$ ⑧: $\theta_1 < \theta$

(イ)、(ウ)、(コ)、(ケ)、(セ)、(チ)の解答群

- ⑤:空欄
 ①:減速し続ける(速さ $|v|$ が減り続ける)。
 ②:加速し続ける(速さ $|v|$ が増え続ける)。
 ③:等速で動き続ける。
 ④:減速(速さ $|v|$ が減少)し速度が0になった後、反対方向に加速運動(速さ $|v|$ が増え)する。
 ⑤:減速(速さ $|v|$ が減少)し速度が0になった後静止し続ける。

(ウ)、(ク)、(ケ)、(シ)、(ソ)、(ツ)の解答群

⑤:空欄



II 必須問題 (化学領域)

1. 次の文を読み、9ページの別添資料を参考に下の問い(1)～(7)に答えなさい。
 高校1年生の京太郎くんは夏の部活動中、自宅で完全に凍らせておいたスポーツドリンクが少し融けたときに飲むと、凍らせる前よりも甘味が強くなっていることに気がついた。このことを先生に話すと、これを課題研究のテーマに設定してはどうかと提案され、水溶液の凝固について課題研究を行うことにした。

京太郎くんの観察結果

- ・甘味が強くなるのは少し融けたときに飲んだ場合であった。
- ・凍っている部分が残っているときには飲まずに、全て融けきってから飲んだ場合、甘みの強さは凍らせる前と同じであった。
- ・一部融けた状態(状態1)で凍けている部分を飲んでみると甘味が強かった。その時点で凍けている部分(水溶液)をすべて飲み干した後、凍っている部分が全て融けてから(状態2)を飲むと、甘味は弱かった。



- (1) 観察結果より、京太郎くんは次の仮説を立てた。
 仮説：「水溶液を冷却し、水溶液が凍っていく過程で、凍っている部分に溶質は含まれない」
 この仮説を確かめるための実験操作として最も適切なものを、次の①～④のうちから一つ選び番号で答えなさい。
- ① 10%塩化ナトリウム水溶液の凝固点を調べる。
 - ② 10%塩化ナトリウム水溶液を冷却し水溶液中に固体が生成し始めたときから一定時間ごとに水溶液を取り出し、その水溶液の塩化ナトリウム濃度を調べる。
 - ③ 10%塩化ナトリウム水溶液を冷却し、水溶液中に固体が生成し始める温度を調べる。
 - ④ 10%塩化ナトリウム水溶液を冷却し、水溶液すべてが凝固する温度を測定する。

- 6 -

京太郎くんは(1)で立てた仮説を確かめるための実験を行っている際に、水溶液の凝固点は純水の凝固点(0°C)よりも低くなることに気がついた。そこで、水溶液の濃度と凝固点との関係を探るため、次の【実験1】を行った。実験結果の表中の△[K]は凝固点降下度とよばれる値であり、水の凝固点0°Cと測定した水溶液の凝固点T[C]から、以下の式で求められる。

$$\Delta[K] = 0 - T[°C]$$

【実験1】
 グルコースを水100gに溶解させ、凝固点を測定した。次の表は、溶かしたグルコースの質量[g]と凝固点降下度△[K]の関係を示している。

溶かしたグルコースの質量 [g]	2.00	4.00	6.00
△[K]	0.207	0.413	0.620

次に、京太郎くんは溶質の種類によって水の凝固点がどの程度低くなるのか、その影響を調べるため、以下の【実験2】、【実験3】を行った。

【実験2】
 尿素を水100gに溶解させ、凝固点を測定した。次の表は、溶かした尿素の質量[g]と凝固点降下度△[K]の関係を示している。

溶かした尿素の質量 [g]	2.00	4.00	6.00
△[K]	0.620	1.24	1.86

【実験3】
 塩化ナトリウムを水100gに溶解させ、凝固点を測定した。次の表は溶かした塩化ナトリウムの質量[g]と凝固点降下度△[K]の関係を示している。

溶かした塩化ナトリウムの質量 [g]	2.00	4.00	6.00
△[K]	1.28	2.56	3.84

- 7 -

- (2) 【実験1】の全ての結果を解答欄のグラフ用紙に○で点を打ちなさい。棒でつなぐ必要はない。
- (3) 【実験2】の全ての結果を解答欄のグラフ用紙に×で点を打ちなさい。棒でつなぐ必要はない。
- (4) 【実験1】、【実験2】の結果に基づく考察として適切でないものはどれか、下の①～④のうちから番号で答えなさい。ただし、複数ある場合はすべて答えなさい。
- ① 溶解させたグルコースの物質濃と凝固点降下度は比例の関係にある。
 - ② 溶質が水である場合、溶質1.00gあたりの凝固点降下度は溶質の種類には関係なく一定である。
 - ③ 水溶液の凝固点降下度は溶質の質量に比例する。
 - ④ 同濃度で比較した場合、尿素の方がグルコースよりも凝固点を低下させる効果が大い。
 - ⑤ 凝固点降下度は溶質の種類に関係なく、溶質の種類と物質濃によって決まる。
 - ⑥ 凝固点降下度は溶質の種類に関係なく、溶質の物質濃によって決まる。
- (5) 【実験3】の全ての結果を解答欄のグラフ用紙に△で点を打ちなさい。棒でつなぐ必要はない。
- (6) 【実験3】の結果に基づく考察を行った場合、【実験1】と【実験2】の結果に基づく考察とは矛盾する点がある。矛盾すると考えられる考察を(4)の①～④から選び番号で答えなさい。ただし、(4)で適切でない①を選択したものは正解とすることはできない。また、複数ある場合はすべて答えなさい。
- (7) 【実験1】～【実験3】より、0.1mol/Lの塩化ナトリウム3.48gを水100gに溶かしたときの凝固点降下度△[K]を予想しなさい。ただし、答えは有効数字2桁で求めなさい。

- 8 -

別添資料

表1 純物質の融点、モル質量

名称	化学式	1気圧で測定したときの融点 [°C]	モル質量 [g/mol]	水100gに対する溶解量 (20°C)
酸素	O ₂	-218.9	32	3.11 mL
ナトリウム	Na	99.9	23	—
マグネシウム	Mg	650	24	—
塩素	Cl ₂	-101.0	71	230 mL
カルシウム	Ca	851	80	—
ヨウ素	I ₂	113.7	254	0.029 g
水	H ₂ O	0	18	—
二酸化炭素	CO ₂	-78.5 (昇華点)	44	87.8 mL
塩化水素	HCl	-114.2	36.5	77.0 g
硫酸	H ₂ SO ₄	10.4	98	—
硝酸	HNO ₃	-41.3	63	—
水酸化ナトリウム	NaOH	318.4	39	109 g
水酸化マグネシウム	Mg(OH) ₂	加熱分解	58	0.09 g
水酸化カルシウム	Ca(OH) ₂	加熱分解	56	0.16 g
塩化ナトリウム	NaCl	800	58	35.8 g
塩化コバルト	CoCl ₂	735	130	52.9 g
硫酸ナトリウム	Na ₂ SO ₄	884	142	19.4 g
硫酸マグネシウム	MgSO ₄	1155	120	33.7 g
硫酸銅(II)	CuSO ₄	—	160	20.1 g
硝酸カリウム	KNO ₃	339	101	31.6 g
硝酸銀	AgNO ₃	208.5	170	215 g
炭酸カルシウム	CaCO ₃	加熱分解	100	0.091 g
炭酸水素ナトリウム	NaHCO ₃	加熱分解	84	9.55 g
ヨウ化マグネシウム	MgI ₂	加熱分解	278	140 g
グルコース	C ₆ H ₁₂ O ₆	146.5	180	—
尿素	CO(NH ₂) ₂	132	60	—

表1の融点等の値は「岩波理化学辞典増訂版(増訂第8刷)」、「化学便覧基礎編改訂4版」、「安全データシート(昭和化学株式会社)」等を参考している。なお、記載がなかったものは「—」としている。

- 9 -

2. 次の文章を読み、9ページの別添資料を参考に下の問(1)～(3)に答えなさい。
先生と京子さんが薬品庫の薬品を整理しているとき、次の図のような薬品ラベルのはがれた薬品瓶を発見した。薬品瓶の中には、白色の固体が入っていた。



京子さんはその見た目から、この白色固体は水酸化カルシウムではないかと考え、先生に尋ねた。

京子：「先生、この試験瓶に入っているのは白色固体なので、水酸化カルシウムだと思います。」
先生：「白色粉末だけで水酸化カルシウムと決めることはできませんか。」
京子：「うーん。じゃあ水に溶かしてpHを測定し、塩基性であることを確かめます。」
先生：「塩基性の白色固体は水酸化ナトリウムなど、他にも考えられますね。物質を特定するためには複数の実験を行う必要があります。京子さん、この白色固体が水酸化カルシウムであることを確かめるための実験計画を立ててみてはいかがでしょうか。」
京子：「分かりました。やってみます！」

- (1) 下線部(ア)について、京子さんは先生の助言をもとに実験計画を立て、想定される結果についてもまとめた。以下は、京子さんがまとめたレポートである。空欄①～④に当てはまる実験方法もしくは想定結果を答えなさい。

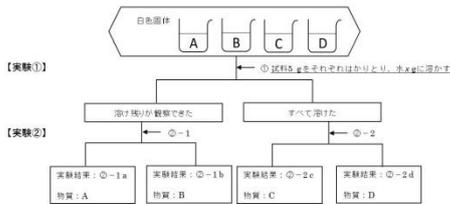
京子さんの実験計画

【実験1】水溶性を確かめる	⇒【想定結果1】溶けにくい
【実験2】フェノールフタレイン溶液を加える	⇒【想定結果2】(①)
【実験3】炎色反応を確かめる	⇒【想定結果3】(②)
【実験4】加熱する	⇒【想定結果4】(③)
【実験5】(④)	⇒【想定結果5】炭酸カルシウムの白色沈殿が生成する

京子さんは先ほどの実験計画に従って実験を行ったところ、想定結果ではない結果になり、白色固体は水酸化カルシウムではないことが分かった。

京子：「先生、水酸化カルシウムではありませんでした。」
先生：「やはりそうでしたか。実は、この瓶の裏面には塩化ナトリウム・炭酸水素ナトリウム・水酸化マグネシウム・ヨウ化マグネシウムがあったようです。」
京子：「……」
先生：「この白色固体は、塩化ナトリウム・炭酸水素ナトリウム・水酸化マグネシウム・ヨウ化マグネシウムのいずれかであると考えられますので、このうちの一つを特定するための実験を考えましょう。」

- (2) 下線部(イ)について、この白色固体が塩化ナトリウム・炭酸水素ナトリウム・水酸化マグネシウム・ヨウ化マグネシウムのいずれかであるとき、白色固体を特定する実験のフローチャートを下図のように考えた。ただし、白色固体は純物質であり、各実験では試料の一部を試薬瓶から新しく取り出して用いる。また安全上、直接試験を触る、炭を確認するといった実験操作は出来ない。



- (a) 実験①では、水溶性によって4種類の試料を2つのグループに分ける。試料5gをそれぞれはかりとり水に溶かす場合、溶け残りが観察できるもの2つ(炭酸水素ナトリウムと水酸化マグネシウム)、すべて溶けるもの2つ(塩化ナトリウムとヨウ化マグネシウム)という結果を得るための水x[g]の範囲を求めよ。ただし、数値は小数第2位を四捨五入し、小数第1位まで示せ。

- (b) 実験②では、4種類の試料を一つずつに分類する。②-1と②-2に当てはまる実験方法及びその方法によって得られる実験結果②-1a、②-1b、②-2c、②-2dを答えよ。また、その実験結果によって特定される物質A～Dの化学式を答えよ。ただし、各実験方法は(1)で京子さんが考えた実験を含む方法は除くものとする。

フローチャートに従って実験したところ白色固体が塩化ナトリウムに該当することがわかった。

京子：「白色固体は塩化ナトリウムだと思います。」
先生：「薬品名を記録しておくことと思いますので、最終的に塩化ナトリウムだと確定するための実験を考えよう。」

- (3) 下線部(ウ)について、塩化ナトリウムであることを確認するための実験方法及びその方法によって得られる想定結果の例を2つ挙げなさい。ただし、本問については、(2)の実験①、実験②で用いた実験方法は除くものとする。

III 必須問題 (生物領域)

1. 次の文章は、ヒトの腎臓の構造と働きについて述べたものである。これを読み、下の問い(1)～(5)に答えなさい。

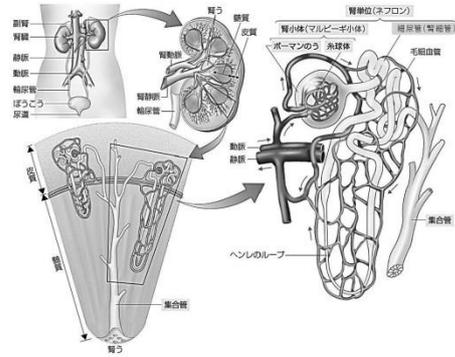


図1

図1に示すように、ヒトの体内には、腎臓が左右一対存在しています。成人の場合、1つの腎臓に、腎動脈と腎静脈の2つの太い血管と輸尿管がつながっており、腎臓で生成された尿は輸尿管を経て膀胱へ送られ、尿道から体外へ排出されます。

腎臓の主な働きは、尿の生成を通じた血液の浄化と体液の濃度調節です。この働きを担う構造として、左右それぞれの腎臓の内部には、ネフロン(腎単位)が約100万個存在しています。1つのネフロンは、腎臓の内部にある腎皮質と腎髄質を往來するように存在しています。そして、1つのネフロンは、腎小体と細尿管から構成されています。腎小体は毛細血管が球状に集まった糸球体とそれを包み込んでいるボーマンのうで構成されています。細尿管は、ボーマンのうに続く近位細尿管からヘンレのループを経て、遠位細尿管へと曲がりくねった構造をしています。また、細尿管の周囲には毛細血管が密着しています。遠位細尿管は、集合管という太い管に接続しており、集合管は、腎うへとつながっています。

腎臓では腎動脈から入った血液が、動脈を経て、球状の毛細血管である糸球体へ送られます。ここで、血液の血しょう中に含まれる一部の物質は、糸球体からそれを包むボーマンのうへ送られます。これをろ過といいます。ろ過されてボーマンのう側へ送られた液体を原尿といい、原尿には、水、 Na^+ 、 Cl^- 、 K^+ などの塩類、 HCO_3^- 、 H^+ 、尿素、グルコース(ブドウ糖)、アミノ酸などが含まれます。ろ過されないタンパク質などの物質は糸球体から毛細血管を経て、静脈へ送られます。

図2に示すように、ろ過されてボーマンのう側へ送られた原尿は、再吸収と分泌という過程を経て、尿として排出されていきます。再吸収と分泌の過程は、以下の【1】～【4】の順に進んでいきます。

【1】 原尿は、まず、近位細尿管へ送られます。

ここでは、原尿に含まれるほぼすべてのグルコース(ブドウ糖)などの栄養素が再吸収されるとともに、約80%の Na^+ 、 Cl^- 、 K^+ などの塩類と水が再吸収されます。再吸収には、濃度差に応じて物質が移動する「受動的なもの」と、濃度差に逆らって多量のエネルギーを消費することによって物質を輸送する「能動的なもの」があります。ここで再吸収のしくみは、まず、栄養素と Na^+ が細尿管内から細尿管の輸送上皮細胞に受動的に移動したのち、輸送上皮細胞から細尿管を浸す組織液へと能動的に輸送されます。 Na^+ の移動に伴って Cl^- も移動し、水も受動的に組織液側へと移動していきます。そして、栄養素と塩類、水は近接する毛細血管内へとさらに移動していきます。また、輸送上皮細胞から H^+ が細尿管内へ能動的に分泌されるのに伴って、 HCO_3^- が受動的に再吸収されます。

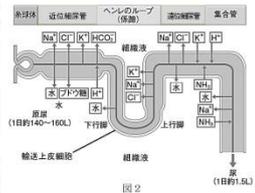


図2

- 【2】 次に、ヘンレのループでは、まず、(ア)下行脚で水が受動的に再吸収されます。また、上行脚では、 Na^+ 、 Cl^- 、 K^+ などの塩類が能動的に再吸収されます。
- 【3】 さらに、遠位細尿管では、 Na^+ 、 Cl^- などが受動的に、水が受動的に再吸収されるとともに、 K^+ などが能動的に細尿管内へ分泌されます。また、(イ)輸送上皮細胞から H^+ が細尿管内へ能動的に分泌されるのに伴って、アンモニア(NH_3)が組織液内へ能動的に分泌されます。
- 【4】 最後に、集合管では、水が受動的に再吸収されるとともに、 Na^+ 、 Cl^- などが受動的に再吸収されます。また、 K^+ 、 NH_3 などが分泌されます。
- こうして、ろ過によってこし出された原尿のうち、約99%の水がほぼすべてのグルコース(ブドウ糖)、アミノ酸などの栄養素、 Na^+ 、 Cl^- などの塩類が再吸収され、残りのわずかな水と尿素、アンモニアなどの老廃物が尿として排出されます。

【図1の出典】

・吉里彰樹ほか監訳、『TTC監訳スタコ基礎図説生物no.1』第一学芸社、2017年、p.118。

【図2の出典】

・増田敦子編著、『身体しくみとはたらき一冊で学ぶ解剖生理』サイオ出版、2015年、

<https://www.kango-roo.com/sink/1901>

【図解文の引用・参考文獻】

・増田敦子編著、『身体しくみとはたらき一冊で学ぶ解剖生理』サイオ出版、2015年、

<https://www.kango-roo.com/sink/1901>

・我内昌彦ほか監訳、『キャンパス生物学(第9版)』丸善出版、2019年。

(1) 図2に示す近位細尿管の輸送上皮細胞を観察したところ、細胞内部に他の組織の細胞と比べてある特徴がみられた。この特徴に関する説明文として最も適切なものを、次の①～④のうちから一つ選び番号で答えなさい。

- ① リゾソームが多量に存在していた。
- ② 原形質流動がみられなかった。
- ③ ミトコンドリアが多量に存在していた。
- ④ 芽胞が発達していた。

(2) 下脚部(ア)について、ヘンレのループの(1)下行脚で水が受動的に再吸収された場合、および(2)上行脚で塩類が能動的に再吸収された場合、細尿管内の原尿と組織液の濃度の関係を表すものの組み合わせとして最も適切なものを、次の①～④のうちから一つ選び番号で答えなさい。

	(1)	(2)
①	原尿 > 組織液	原尿 > 組織液
②	原尿 > 組織液	組織液 > 原尿
③	組織液 > 原尿	組織液 > 原尿
④	組織液 > 原尿	原尿 > 組織液

(3) 下脚部(イ)の働きによって、ヒトの尿中には必ずながら、細尿管の輸送上皮細胞で分泌されたアンモニア(NH_3)が含まれている。アンモニアが H^+ (水素イオン)とともに、輸送上皮細胞で分泌される理由の説明として最も適切なものを、次の①～④のうちから一つ選び番号で答えなさい。

- ① H^+ (水素イオン)の分泌に必要なエネルギーを集める老廃物として分泌されていると考えられる。
- ② 輸送上皮細胞内の H^+ (水素イオン)濃度調節のために分泌されていると考えられる。
- ③ ヘンレのループ下行脚での、水の再吸収を促進するために分泌されていると考えられる。
- ④ 遠位細尿管での、塩類の再吸収を促進するために分泌されていると考えられる。

(4) 糸球体からろ過された原尿中および尿中における尿素の濃度をそれぞれ調べた結果、原尿中に含まれる尿素の約20%が再吸収されていることがわかった。老廃物である尿素がなぜ再吸収されるのか、図2をもとにして、その理由として考えられることを述べなさい。

- (5) 血液の血しょう中に含まれるグルコースが腎臓で尿中に排泄された場合、尿中に含まれるグルコースを尿糖といい、糖尿病の診断においては尿糖の検査が行われる。
- 図3は、血しょう中に含まれるグルコースの濃度 [mg/100mL] に対する、糸球体でのグルコースのろ過速度 [mg/分]、尿中のグルコース排泄速度 [mg/分]、細尿管でのグルコースの再吸収速度 [mg/分] をそれぞれ表している。図3のグラフをもとに、どのようにして尿中にグルコースが排泄され、尿糖が生じるのかを具体的に説明しなさい。

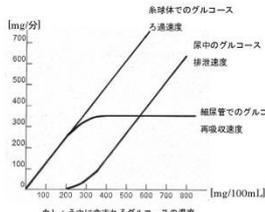


図3

【図3の出典】
患者力UPで糖尿病疾患© 2008-2016 Double-Cradle,JP
(<http://www.double-cradle.jp/diabetes-mellitus-knowledge/signs-and-symptoms/sugar-in-urine.html>)

IV 必須問題 (理数融合領域)

1. 次の文章を読み、下の問いに答えなさい。
- 主要組織適合性複合体抗原 (MHC 抗原) は、細胞表面に発現しているタンパク質であり、多様性に富み、免疫系における自己と非自己の識別に利用されている。実験用のマウスでは、MHC 抗原がホモ接合になったマウスが移植等の実験に用いられている。
- MHC 抗原が a (a×a) 系統のマウスと b (b×b) 系統のマウスを交配した F₁ (雑種第一世代) は、a 系統および b 系統の MHC 抗原を発現する a×b 系統になる (図1)。この F₁ マウスに親のマウスの組織を移植すると、F₁ マウスは移植片を毛脱せず、移植片は生存する。一方、F₁ マウスの組織を親に移植すると、親は移植片を毛脱せず、これは、F₁ マウスでは、a 系統および b 系統の MHC 抗原がいずれも自己と認識されるから、親マウスでは、a 系統、もしくは b 系統の MHC 抗原のいずれのみが自己と認識されるからである。

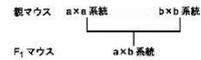


図1 親マウスと F₁ マウスの MHC 抗原の関係

- (1) F₁ マウス同士を交配した F₂ マウス (雑種第二世代) に親の組織を移植する場合、移植片が生存する確率は、 $\frac{[ア]}{[イ]}$ である。[ア]、[イ] に当てはまる数を入れなさい。なお、解答する場合は、それ以上約分できない形で答えなさい。
- (2) マウス X、マウス Y、マウス Z は、MHC 抗原の遺伝子型がそれぞれ異なり、a×a 系統、b×b 系統、c×c 系統、a×b 系統、b×c 系統、a×c 系統のいずれかのマウスとする。次の3つの条件をすべて満たすマウス X、マウス Y、マウス Z の MHC 抗原の遺伝子型を下の表1の①~⑧のの中からすべて選び、番号で答えなさい。

- 条件1 a 系統のマウスの組織をマウス X に移植すると、移植片は生存しない。
条件2 マウス Y の組織をマウス X に移植すると、移植片は生存する。
条件3 マウス Y とマウス Z を交配した F₁ マウスに、マウス X の組織を移植すると、約半数のマウスで移植片が生存する。

表1 マウス X、マウス Y、マウス Z の MHC 抗原の遺伝子型

番号	マウス X	マウス Y	マウス Z
①	a×b	a×a	a×c
②	a×b	b×b	a×c
③	b×c	b×b	a×a
④	b×c	b×b	c×c
⑤	b×c	b×b	a×b
⑥	b×c	b×b	a×c
⑦	b×c	c×c	a×b
⑧	b×c	c×c	a×c
⑨	b×b	b×c	c×c
⑩	c×c	b×c	b×b

- (3) 腸癌移植における非能反応を抑制する薬剤の一つとして、カドから甲標されるシクロスポリン (C₂₁H₃₃N₇O₄) という物質が使用されている。体重 60 kg の患者に、シクロスポリン 71 mg/kg を投与する場合に必要なシクロスポリンの物質量 [mol] を求めなさい。ただし、原子量を H 1.0、C 12、N 14、O 16 とし、有効数字三桁を四捨五入し、有効数字二桁で答えなさい。計算過程も示しなさい。
- (4) マウスを用いて皮膚移植の実験を行った。移植した皮膚の形は図2に示した四角形であった。この移植片は、マウスの体表面積の何パーセントに相当するか、有効数字三桁を四捨五入し有効数字二桁で答えなさい。ただし、マウスの体表面積を 70 cm² とし、必要に応じて、 $\sqrt{2}=1.41$ 、 $\sqrt{3}=1.73$ 、 $\sqrt{5}=2.24$ 、 $\sqrt{6}=2.45$ 、 $\sqrt{7}=2.65$ を用いなさい。次の [ア]~[イ] に当てはまる数を答えなさい。なお、分数形で解答する場合は、それ以上約分できない形で答えなさい。

図2の三角形 ABC において、1.6 cm と 1.4 cm に挟まれた角を θ とすると、

$$\cos \theta = \frac{[ア]}{[イ]} \cdot \frac{[ウ]}{[エ]}$$

$$\sin \theta > 0 \text{ であるから、} \sin \theta = \frac{[ア]}{[イ]} \cdot \frac{[ウ]}{[エ]}$$

$$\text{移植した皮膚の面積を } S[\text{cm}^2] \text{ とすると、} S = \frac{[ア]}{[イ]} \cdot \frac{[ウ]}{[エ]}$$

よって、マウスの体表面積に対する移植片の割合は、 $\frac{[ア]}{[イ]} \cdot \frac{[ウ]}{[エ]} \%$ である。

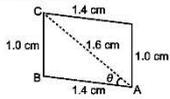


図2 移植した皮膚の形

2. 次の文章を読み、下の問いに答えなさい。

MHC 抗原の異なるマウスを用いて皮膚移植の実験を行った。a 系統マウス (10 匹) の皮膚片 (1.0 cm × 2.0 cm) を b 系統マウス (10 匹) にそれぞれ移植した後、皮膚片の状態を観察し、皮膚片が脱落し始めた日 (開始日) と皮膚片が完全に脱落した日 (終了日) を記録した (1 回目の移植)。さらに、b 系統マウスに移植した皮膚片が脱落した直後、1 回目の移植に用いた同様の a 系統マウスから採取した皮膚片を b 系統マウスに再度移植し、皮膚片の状態を観察し、皮膚片が脱落し始めた日と皮膚片が完全に脱落した日を記録した (2 回目の移植)。これらの実験結果をまとめたと表2である。

表2 皮膚片の脱落日と移植反応

1回目の移植			2回目の移植		
開始日	終了日	中間値(日)*	開始日	終了日	中間値(日)*
7	10	8.5	4	8	6.0
9	12	10.5	5	8	6.5
6	10	8.0	4	7	5.5
6	10	8.0	4	7	5.5
8	11	9.5	5	8	6.5
7	11	9.0	3	7	5.0
8	10	9.0	5	8	6.5
6	9	7.5	4	7	5.5
7	11	9.0	3	7	5.0
8	11	9.5	5	8	6.5

*中間値 (日) は、開始日と終了日の中間の日を示している。
例) 開始日 6 日、終了日 10 日の場合、中間値は 8 日となる。

箱ひげ図とは、あるデータの最大値を M、最小値を m、第 1 四分位数を Q₁、中央値を Q₂、第 3 四分位数を Q₃ とするとき、これらの5つの値に対しての図をいう (図3)。

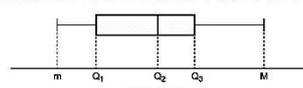


図3 箱ひげ図

(1) 1回目の移植と2回目の移植における中間値（日）に相当する箱ひげ図を、次の4のA~Fの中から選び、その適切な組合せを下の①~⑥のうちから一つ選び番号で答えなさい。

図4 1回目の移植と2回目の移植の中間値（日）の箱ひげ図

番号	1回目の移植	2回目の移植
①	A	D
②	A	E
③	A	F
④	B	D
⑤	B	E
⑥	B	F
⑦	C	D
⑧	C	E
⑨	C	F

【参考文献】
柳本 英 郎「同種成虫移植の実験的研究、とくに移植成虫片に対する物理的ならびに生物学的な刺激の折衷
長さに基づく影響について」岡山医学雑誌 Vol. 81, No. 3-6, pp. 435-455 (1969-1970)

次世代型
理科・理数融合
解答冊子

	大学
	学部
	学科・コース
【学生番号】 _____	【氏名】 _____

○大学入学者選抜改革推進委員会 理数分野 2018

I 必須問題（物理領域） 解答用紙

1.

最初、斜面上方に向けて動かし始めた場合

(ア)	(イ)	(ロ)
(イ)	(ロ)	(ハ)
(ロ)	(ハ)	(ニ)

最初、斜面下方に向けて動かし始めた場合

(ア)	(イ)	(ロ)
(イ)	(ロ)	(ハ)
(ロ)	(ハ)	(ニ)

II 必須問題（化学領域） 解答用紙

1.

(1)	(2) 下のグラフ用紙に○で 解答しなさい	(3) 下のグラフ用紙に×で 解答しなさい	(4)
(5) 下のグラフ用紙に△で 解答しなさい	(6)	(7)	K

溶質の物質質量 m と凝固点降下度 ΔT の関係

2.

(1)	①		
	②		
	③		
	④		
(2)	(a)	$< x \leq$	
		実験方法 ②-1	
		実験結果 ②-1a	物質 A
		実験結果 ②-1b	物質 B
	(b)	実験方法 ②-2	
		実験結果 ②-2c	物質 C
	実験結果 ②-2d	物質 D	

- 4 -

(3)	1 → H	実験方法
		想定結果
(3)	2 → H	実験方法
		想定結果

- 5 -

III 必須問題 (生物領域) 解答用紙

1.

(1)	(2)	(3)
(4)		
(5)		

- 6 -

IV 必須問題 (理数融合領域) 解答用紙

1.

(1)(ア)	(イ)	(2)	
(3)	計算過程		
	mol		
(4)(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
(4)(カ)	(ク)	(ケ)	(コ)
(4)(ク)	(カ)	(キ)	
(4)(シ)	(ス)		

2.

(1)

- 7 -

次世代型
数学・理数融合
問題冊子

解答上の注意

- 1 指示があるまで、この問題冊子は開けないでください。
- 2 机の上には、筆記用具（鉛筆、シャープペンシル、消しゴム）、時計（計算機のないもの）以外のものは置かないでください。
- 3 この問題冊子には、Ⅰ～Ⅵの7問があります。
総ページは11ページです。
- 4 解答は、解答冊子に記入してください。
- 5 Ⅰは必須問題、Ⅱ～Ⅵは選択問題です。
選択問題のうち、原則として「数学Ⅲ」履修者はⅢ～Ⅴを、
未履修者はⅣ～Ⅵを選択して下さい。
- 6 配布した問題冊子は、持ち帰らないでください。

©大学入学者選抜改革推進委託事業 理数分野 2018

Ⅰ さくらさんは、中学校の数学の教科書を読み返しているとき、三角形の合同条件は本当に正しいのかどうか疑問を持ちました。今の教科書では、2つの図形が合同であることの定義は「びつたり重なるとき」とされており、これでは直観的であって、三角形の合同条件は厳密に証明されていないと感じたからです。そこで、図書館に行って昔の数学の教科書を調べると、高等学校のある教科書には次のようにかかれていることを見つけました。

さきへ進むまえに、三角形の合同ということをはっきりとさせておこう。
二つの三角形 ABC 、 $A'B'C'$ が合同であるというのは、
 $BC = B'C'$ 、 $CA = C'A'$ 、 $AB = A'B'$
 $\angle A = \angle A'$ 、 $\angle B = \angle B'$ 、 $\angle C = \angle C'$
がなりたつことである。そして、 $\triangle ABC$ と $\triangle A'B'C'$ が合同であることを、
記号でつぎのようにかく。
 $\triangle ABC = \triangle A'B'C'$

(小松勇作編『新編 数学IIB [新訂版]』, 旺文社, 昭和52年, 187ページ)

また、中学校で学んだ三角形の合同条件の1つである「2組の辺とその間の角がそれぞれ等しい」は、英語圏では「Side - Angle - Side」と呼ばれ、簡潔にSASとかかれること、さらに日本でも以前はその条件は「二辺夾角」と呼ばれていたことを知り、これらのほうが覚えやすいと思いました。

図形が好きなさくらさんは、 $\triangle ABC$ と $\triangle A'B'C'$ に対して、

$$AB = A'B', BC = B'C', \angle B = \angle B'$$

のとき、上の教科書にしたがえば、 $\triangle ABC$ と $\triangle A'B'C'$ が合同であることは次のような手順で証明できるという見通しを立てました。

【手順1】—
 $CA = C'A'$ であることを示す。
証明
 余弦定理より、
 $CA^2 = AB^2 + BC^2 - 2AB \cdot BC \cos \angle B$ [ア]
 $= A'B'^2 + B'C'^2 - 2A'B' \cdot B'C' \cos \angle B'$ [イ]
 $= C'A'^2$
 $CA > 0$ 、 $C'A' > 0$ より、 $CA = C'A'$ である。

【手順2】—
 $\angle A = \angle A'$ および $\angle C = \angle C'$ であることを示す。

次の(1)、(2)に答えなさい。

- (1) 【手順1】の [ア]、[イ] に当てはまる記号を入れなさい。
- (2) 【手順2】の議論を完成させて、2組の辺とその間の角がそれぞれ等しければ、その2つの三角形は合同であることを証明しなさい。

Ⅱ 中間値の定理を学んだAさんとBさんは、この定理を応用して「赤道上空を一定の高度で一周しながら気温を測るとき、計測開始時と計測終了時の同地点における気温が等しいならば、計測された気温の分布において、気温の等しい2つの地点が少なくとも1組存在する」…(*)と主張しようとしています。次のAさんとBさんの会話を読み、あとの(1)、(2)に答えなさい。

Aさん「中間値の定理を応用するには、変数や定数を設定しないといけないね。次のようにしてみよう。」

(I) 地球を中心Oの球とみなし、気温の計測を始める地点をXとする。一周する円の軌道上の任意の地点Pに対して、始線OXと動径OPのなす角を θ とする(図1)。ただし、 θ は $0 \leq \theta \leq 2\pi$ である。

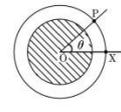


図1

(II) 地点Pにおける気温をTとする。気温Tが角 θ の変化に対応して連続的に変化するとみなすとき、Tは θ の連続関数 $T(\theta)$ である。

Bさん「主張(*)が成り立つことを説明するには、このように設定した関数 $T(\theta)$ について何を示せばよいだろう。」

- (1) Bさんの問いに対する答えは次のようになります。[ア]に当てはまる式を①～⑤のなかから1つ選び、記号を入れなさい。

関数 $T(\theta)$ について、次のことを示せばよい。
 $T(0) = T(2\pi)$ ならば、区間 $[0, 2\pi)$ に異なる2つの実数 θ_1, θ_2 が存在し、
 [ア]が成り立つ…(**)

- ① $\theta_1 < \theta_2$ ② $\theta_1 > \theta_2$ ③ $T(\theta_1) < T(\theta_2)$ ④ $T(\theta_1) = T(\theta_2)$ ⑤ $T(\theta_1) > T(\theta_2)$

(2) AさんとBさんの会話を聞いていたCさんは、Aさんが(II)で $T(\theta)$ を連続関数としたことに対して疑問を抱きました。次の会話を読み、あとの(2-1)、(2-2)に答えなさい。

Cさん「Aさんは、気温 T が角 θ の変化に対応して連続的に変化すると仮定したけれど、この仮定が必要な理由は何だろう。」

Bさん「中間値の定理は閉区間で連続な関数で成り立つと学んだけれど、設定した関数 $T(\theta)$ が閉区間 $[0, 2\pi]$ で連続ではなかったら、(**)は成り立たないのだろうか。」

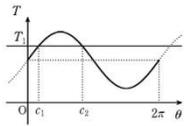


図2 関数 $T(\theta)$ のグラフ

Aさん「関数 $T(\theta)$ が閉区間 $[0, 2\pi]$ で連続ではないとき、(**)は成り立つ場合もあるし、成り立たない場合もあると思うよ。」

Cさん「関数 $T(\theta)$ が閉区間 $[0, 2\pi]$ で連続のとき、例えば $T(\theta)$ のグラフは図2のようになって、気温が T_1 で等しくなるような2つの地点の組 (c_1, c_2) が存在することが視覚的にも分かるね。」

Bさん「グラフを考えることで、(**)が成り立つ例や、反対に(**)が成り立たない例をあげることができそうだね。」

(2-1) 閉区間 $[0, 2\pi]$ で連続ではないが、(**)が成り立つような関数 $T(\theta)$ のグラフの概形をかきなさい。

(2-2) 閉区間 $[0, 2\pi]$ で連続ではなく、(**)が成り立たないような関数 $T(\theta)$ のグラフの概形をかきなさい。

III 世界史の授業で扱われたマルサスの『人口論』に興味を持ったKさんは、図書館でその日本語訳版を借りて読んでみました。以下はその一部です。

この島国の人口はおよそ七百万人とされる。現在の農業生産量はこの七百万人を養う分にひとしいと仮定しよう。二十五年後、人口は千四百万人になるが、食糧も倍増するから、生存の手段もひとしく増加していることになる。さらに二十五年後、人口は二千八百万人になるが、生存手段は二百万人を養う分しかない。そして、今から百年後、人口は一億一千二百万人となるが、生存手段は三千五百万人分しかなく、残りの七千七百万人はまったく食糧にありつけないだろう。

(青藤税則『人口論』、光文社、2011年)

(1) 次の問いに答えなさい。

① 上の文章にしたがって、ある農業生産量で養われる人数 $F(t)$ と、人口 $P(t)$ が増加する様子を時刻 t (年)の連続関数で表すことを考えてみよう。『人口論』によると、食糧などを生産する能力は大きくは変わらないので、 $F(t)$ は一次関数で表すことにしよう。4つの時点(すなわち、現在・25年後・50年後・100年後)での値を満たすようにこれらの関数の式を求めると、次のようになる。

$$F(t) = \boxed{ア}t, \quad P(t) = \boxed{イ}$$

ただし、 t は0以上の実数であり、現在の時刻は $t=0$ とする。 $\boxed{ア}$ 、 $\boxed{イ}$ に当てはまる式をかきなさい。

② 人口を縦軸、時刻 t を横軸とする座標平面上に、2つの関数 $F(t)$ 、 $P(t)$ のグラフの概形をかきなさい。ただし、グラフ上の交点の座標を求めて記入する必要はありません。

(2) Kさんは上の2つの関数 $F(t)$ 、 $P(t)$ を使って、農業生産量と人口が増加する様子調べることになりました。次の問いに答えなさい。

① 人口は現在七百万人と7桁ですが、初めて8桁になるのは現在から何年後でしょうか。 $\log_{10} 7 = 0.85$ として計算し、小数第一位を切り上げて整数で求めなさい。

② 『人口論』によれば、現在の人口は、五十年後には二千八百万人と8桁に、百年後には一億一千二百万人と9桁になります。Kさんは「人口は五十年ごとに桁数が1つずつ増えていくだけなので、農業生産量と人口の増加の仕方にはそれほど違いはない」と考えました。あなたはこの考えに賛成しますか。理由とともに答えなさい。

IV 熱容量を無視することができ、また熱の出入りがない魔法瓶がたくさんある状況について考えます。 n を自然数とします。 $k = 1, 2, \dots, n$ に対して、 k 番目の魔法瓶には比熱 m_k 、温度 T_k 、質量 m_k の液体 A_k が入っているとします。これらの液体すべてを1つの魔法瓶に移し、しばらく時間が経つと、混合されたその液体の温度 T は、熱量保存の法則から

$$\left(\sum_{k=1}^n m_k n_k \right) T = \sum_{k=1}^n m_k n_k T_k$$

を満たすことが知られています。次の(1)、(2)に答えなさい。

(1) ①、②の文章を読み、 $\boxed{ア}$ 、 $\boxed{イ}$ に当てはまる数値を入れなさい。また、 $\boxed{ウ}$ には当てはまる数値を入れるとともに、それを求める過程もかきなさい。

① 温度25(°C)、質量100(g)の液体Aが一方の魔法瓶に、温度40(°C)、質量200(g)の同じ液体Bがもう一方の魔法瓶に入っています。これらの液体を1つの魔法瓶に移し、しばらく時間が経つと、混合された液体の温度は $\boxed{ア}$ (°C)になります。

② 温度34(°C)、質量 $\boxed{イ}$ (g)の液体Bが一方の魔法瓶に、温度25(°C)、質量100(g)の同じ液体Aがもう一方の魔法瓶に入っています。これらの液体を1つの魔法瓶に移し、しばらく時間が経つと、混合された液体の温度は、31(°C)になりました。

次に、温度34(°C)、質量400(g)の液体Cが一方の魔法瓶に、温度25(°C)、質量100(g)の液体Bがもう一方の魔法瓶に入っています。これらの液体を1つの魔法瓶に移し、しばらく時間が経つと、混合された液体の温度は、31(°C)になりました。

最後に、温度20(°C)、質量200(g)の液体Dが一方の魔法瓶に、温度40(°C)、質量300(g)の液体Bがもう一方の魔法瓶に入っています。これらの液体を1つの魔法瓶に移し、しばらく時間が経つと、混合された液体の温度は、 $\boxed{ウ}$ (°C)になります。

(2) 比熱 m_k の液体のみについて考えます。 m_1, m_2, \dots, m_n を自然数とします。
(a) $k = 1, 2, \dots, n$ に対して、温度 T_k 、質量1(g)の液体が m_k 個の魔法瓶にそれぞれ入っています。これらの $m_1 + m_2 + \dots + m_n$ 個の魔法瓶の中の液体の温度の平均を T とします。
(b) $k = 1, 2, \dots, n$ に対して、 k 番目の魔法瓶には温度 T_k 、質量 m_k の液体が入っているとします。これらの液体を1つの魔法瓶に移し、しばらく時間が経つたときの混合された液体の温度を T_0 とします。

このとき、 $T = T_0$ となることを示しなさい。

V とよ子さんは折り紙をしようとしたのですが、短い辺の長さと同じ長い辺の長さの比が $1:\sqrt{2}$ であるような、正方形ではない長方形の紙しかありませんでした。とよ子さんは、どんな多角形でもうまく切り裂いて形を変えれば、もとの多角形と同じ面積の正方形を作ることができることを聞いたことがありました(これはWallace-Bolyai-Gerwienの定理と呼ばれます)。そこで、この長方形の紙を切り裂いて、少しも無駄にすることなく正方形の紙を作ろうと考えました。ただし、張るときの手りしは考えないことにします。

まず、この長方形ABCDにおいて、 $AB = \sqrt{2}$ 、 $BC = 1$ とします。次の手順で切り裂り考えます(図1)。

手順(a)：線分AB上に両端以外の点Eをとり、線分CEで長方形を切つてできる三角形CEBをずらして、DAとCBを張り合わせます。
手順(b)：Eで交わるような線分CEの垂線と線分DFとの交点をGとします。線分GEで平行四辺形FECDを切つてできる台形DGECをずらして、FEとDCを張り合わせます。

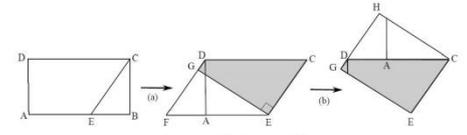


図1 切り裂りの2つの手順

このとき、 $EB = t$ において、次の(1)~(5)に答えなさい。

- (1) 線分CEの長さを求めなさい。
- (2) 線分EGの長さを求めなさい。
- (3) $\frac{EG}{CE}$ は $\sqrt{2}$ より小さいことを示しなさい。
- (4) とよ子さんは、はじめのEの位置をうまくとったので、正方形を作ることができました。とよ子さんのように、2つの手順を一回だけして正方形ができるような t の値を求めなさい。
- (5) 草の同じ部屋に住んでいるすみずみさんがこの様子を見て、「私も折り紙をしたいけれど、どんな長方形でもEの位置をうまくとれば、とよ子さんと同じ手順を一回だけすれば正方形が作れそうね」と言いました。すみずみさんの言うことは正しいでしょうか。いろいろな形をした長方形について黙しながら、正しいかどうか答えなさい。

Ⅷ 10 を底とする対数を常用対数といいます。常用対数の近似値は、16 世紀以来、様々な方法によって計算されてきました。ここでは、対数の性質を利用することで、既知の常用対数の近似値から、未知の常用対数の近似値を求めてみましょう。

$\log_{10} 2 = 0.3010$, $\log_{10} 3 = 0.4771$ として、次の (1), (2) に答えなさい。

(1) [ア] ~ [ウ] に当てはまる数値を入れなさい。また、[エ] に当てはまる式を ① ~ ③ のなかから 1 つ選び、范疇で答えなさい。

$\log_{10} 4 =$ [ア], $\log_{10} 5 =$ [イ], $\log_{10} 6 =$ [ウ] である。

また、 $\alpha = \log_{10} 5 - \log_{10} 4$, $\beta = \log_{10} 6 - \log_{10} 5$ とおくと、[エ] である。

① $\alpha < \beta$ ② $\alpha = \beta$ ③ $\alpha > \beta$

(2) 対数関数を学んだ A さんは、 $\log_{10} 7$ の近似値を求める方法について、次のように考えました。

[A さんの考え]

$7^2 = 49 \div 48$ を利用する。
 $\log_{10} 7^2 = \log_{10} 48$
 ここで、 $\log_{10} 48 = \log_{10} 2^4 \cdot 3 = 4\log_{10} 2 + \log_{10} 3 = 1.6811$ であるから
 $2\log_{10} 7 = 1.6811$
 したがって、 $\log_{10} 7 = 1.6811 \div 2 = 0.84055$

また、B さんは、A さんの考えをもとにして、次のように考えました。

[B さんの考え]

$7^4 = 2401 \div 2400$ を利用する。
 $\log_{10} 7^4 = \log_{10} 2400$
 ここで、 $\log_{10} 2400 = \log_{10}(2^4 \cdot 3 \cdot 10^2) = 3\log_{10} 2 + \log_{10} 3 + 2 = 3.3801$
 であるから $4\log_{10} 7 = 3.3801$
 したがって、 $\log_{10} 7 = 3.3801 \div 4 = 0.845025$

$\log_{10} 7$ より近い値を求めたのは A さんですか、それとも B さんですか。理由とともに答えなさい。ただし、理由の説明にあたっては、図やグラフを利用してもよいこととします。

Ⅸ 図 1 はダイヤモンドの結晶構造のモデル図です。ダイヤモンドは、図 2 のように配置された 5 個の炭素原子 (1 つの炭素原子の周りに、4 つの炭素原子が正四面体の頂点の位置に配置されており、これを単位四面体と呼ぶこととします) が、図 1 のように、互いにつながるように規則正しく並んでいることが知られています。

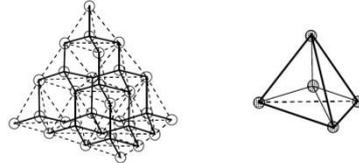


図 1 ダイヤモンドの結晶構造のモデル図 図 2 ダイヤモンドの炭素原子の配置 (単位四面体)

このダイヤモンドに含まれる炭素原子の数と体積を計算して、ダイヤモンドの密度を求めてみましょう。

まず、図 2 の単位四面体が、図 3 のように何層にも重なった、より大きな四面体の結晶を考えます (これを「一辺が単位四面体 n 個分の正四面体」と呼ぶこととします。図 3 は 3 個分の単位四面体が重なっているので、「一辺が単位四面体 3 個分の正四面体」です)。また、この大きな四面体を、図 4 のように結晶の底面に平行で、高さが単位四面体 1 つ分になるように層に分けていき、上から順に第 1 層、第 2 層、... と呼ぶこととします。

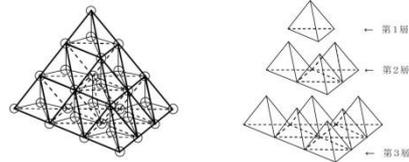


図 3 一辺が単位四面体 3 個分の正四面体 図 4 正四面体の結晶の層

(1) 次の [ア], [イ], [ウ] に数や式を当てはめて、文章を完成させなさい。

「一辺が単位四面体 3 個分の正四面体」に含まれる単位四面体の個数は、図 3 と図 4 から分かるように [ア] 個となります。また、「一辺が単位四面体 n 個分の正四面体」では、第 n 層 (1 番目層) に含まれる単位四面体の個数を n と書いて表すと [イ] 個です。よって、例えば $n=6$ の場合、「一辺が単位四面体 6 個分の正四面体」に含まれる単位四面体の個数は [ウ] 個となります。

(2) 「一辺が単位四面体 6 個分の正四面体」の結晶を考えます。ただしこの結晶では、単位四面体 1 個につき、炭素原子 2 個が含まれているものとします。この結晶について、ダイヤモンドの単位四面体の一辺の長さを a cm とすると、その体積は $\frac{\sqrt{2}}{12} a^3$ (cm³) と表されます。また、炭素の原子量を 12.0、アボガドロ定数を 6.0×10^{23} として密度を計算すると $\frac{h}{a^3}$ g/cm³ という式で表されました。このとき、 h に当てはまる値を有効数字 2 桁で答えなさい。ただし $\sqrt{2} = 1.4$ として計算して下さい。

④ 原子がアボガドロ定数の数だけ集まると、その質量 (g) は、原子量の値に等しくなります。

次世代型 数学・理数融合

解答冊子

<input type="text"/>	大学
<input type="text"/>	学部
<input type="text"/>	学科・コース
【学生番号】	【氏名】
<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>

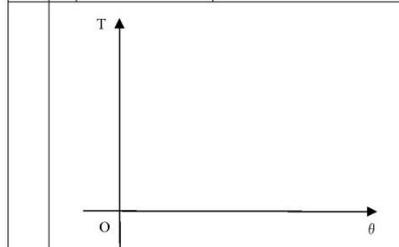
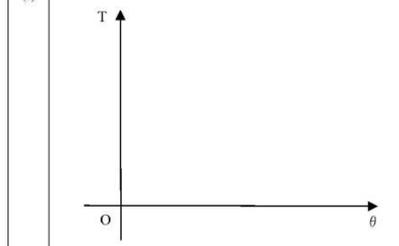
Ⅲ ~ Ⅳ 選択	Ⅴ ~ Ⅵ 選択
----------	----------

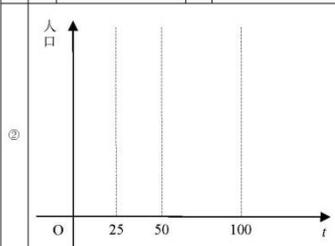
*→ 押印が○を付けて下さい。

注) 試験実施後のアンケートにもお答えください。

© 大学入学者選抜改革推進委員会 現数分野 2018

				合計
I 【必須問題】				
(1)	ア		イ	
$\angle A = \angle A'$ および $\angle C = \angle C'$ であることを示す。				
				小計(1)
				小計(2)
(2)				
2				

				合計
II 【選択問題：数学III履修者用】				
(1)	ア			
				
				小計(1)
				小計(2-1)
(2)				
				
				小計(2-2)
3				

				合計
III 【選択問題：数学III履修者用】				
(1)	①	ア		イ
				
				小計(1)①
				小計(1)②
(2)				
	①			
Kさんの考えに (賛成する ・ 反対する) その理由：				
				小計(2)①
				小計(2)②
4				

				合計
IV 【選択問題：数学III履修者用】				
	ア		イ	
	ウ			
(1)	【ウを求める過程】			
				小計(1)
				小計(2)
(2)				
[T = T_0 となることの説明]				
5				

				合計
Ⅳ 【選択問題：数学Ⅲ未履修者用】				
(1)		(2)		小計(1)
(3)				小計(2)
				小計(3)
(4)				小計(4)
(5)	すみこさんの予想は (正しい ・ 正しくない) その理由：			小計(5)
6				

				合計	
Ⅴ 【選択問題：数学Ⅲ未履修者用】					
(1)	ア		イ		小計(1)
	ウ		エ		小計(2)
(2)	log ₁₀ 7 より近い値を求めたのは (A さん ・ B さん) その理由：				小計(2)
7					

				合計	
Ⅵ 【選択問題：数学Ⅲ未履修者用】					
(1)	ア		イ		小計(1)
	ウ				小計(2)
(2)					
<i>b</i> に当てはまる値					
8					