

## 問題表紙原稿作成上の注意

|      |        |
|------|--------|
| 受験番号 | 理科教育領域 |
|------|--------|

令和3年度

筑波大学大学院 教育学学位プログラム 博士前期課程  
次世代学校教育創成サブプログラム入学試験問題（10月期）

## 専門科目

(13:00~15:00)

### 解答要領

次の事項に注意して解答しなさい。

1. 「解答はじめ」の合図があるまでは解答を始めてはいけません。
2. 「解答やめ」の合図があれば直ちに筆記用具を置いてください。合図の後も筆記用具を持っている場合には不正行為と見なします。
3. 専門科目の問題には「教科教育に関する問題」と「教科専門に関する問題」があります。問題用紙の枚数は「教科教育に関する問題」が1枚、「教科専門に関する問題」が10枚です。
4. 「教科教育に関する問題」には全員が必ず解答してください。
5. 「教科教育に関する問題」の答案用紙は2枚です。「教科教育に関する問題」は2問ありますので、問ごとに答案用紙1枚を使用し、それぞれに問題番号を明記して解答してください。
6. 「教科専門に関する問題」の答案用紙は2枚です。「教科専門に関する問題」については、[物理学] [化学] [生物学] [地学] の4分野のうちから1分野を選択して解答し、選択した分野名を答案用紙に記入してください。尚、答案用紙は裏面を使用しても構いません。
7. 選択した問題の番号を答案用紙の最初に記入してください。答案用紙のホッチキス止めは外さないでください。
8. 日本語で解答してください。

【 令和 3 年度筑波大学大学院教育学学位プログラム博士前期課程  
次世代学校教育創成サブプログラム入学試験問題 】

|      |            |
|------|------------|
| 受験番号 | 領域名 理科教育領域 |
|------|------------|

専門科目（教科教育に関する問題）

11 枚のうち 1枚目

次の 2 問すべてに答えなさい。解答にあたっては、1 問につき 1 枚の答案用紙を使用し、問の番号と解答を答案用紙に記入しなさい。

問 1 平成 29・30 年改訂の学習指導要領における理科の改善の基本方針を 5 つあげ、それについて説明しなさい。

問 2 理科において探究活動を進める際に必要となる探究スキルを 2 つあげ、それらの指導方法と指導上の留意点について、それぞれ具体的に説明しなさい。

【 令和3年度筑波大学大学院教育学学位プログラム博士前期課程  
次世代学校教育創成サブプログラム入学試験問題 】

|      |            |
|------|------------|
| 受験番号 | 領域名 理科教育領域 |
|------|------------|

専門科目（教科専門に関する問題）

11 枚のうち 2枚目

【物理学】

以下のすべての問について、問の番号と解答を答案用紙に記入しなさい。なお、答案用紙は裏面を使用してもよい。

問1 次の英文を読み、間に答えなさい。

(出典:Steven Weinberg, "To Explain the World:  
The Discovery of Modern Science" (Penguin Books, 2015).)

著作権法に基づき削除

(1) 下線部①を日本語に訳しなさい。

(2) 著者は現代の発電所でどのような現象が利用されていると述べているか、説明しなさい。

(次ページにつづく)

【 令和3年度筑波大学大学院教育学学位プログラム博士前期課程  
次世代学校教育創成サブプログラム入学試験問題 】

|      |            |
|------|------------|
| 受験番号 | 領域名 理科教育領域 |
|------|------------|

専門科目（教科専門に関する問題）

11 枚のうち 3枚目

問2 真空中に置かれた2つの電荷  $Q_1, Q_2$  の間には

$$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$$

だけの力が働く。ここで、 $\epsilon_0$  は真空の誘電率、 $r$  は2つの電荷間の距離である。真空中に電荷  $Q_0$  を固定し、別の電荷  $Q$  を移動させることを考える。ただし、2つの電荷の質量は無視できるとする。

- (1) 2つの電荷の距離を  $r_1$  から  $r_2$  に変化させるのに必要な仕事を求めなさい。
- (2) このとき2つの電荷  $Q_0, Q$  がする仕事を、それぞれ示しなさい。

問3 周波数  $f_0$  の音源が速さ  $v$  で、媒質(大気)に対し静止している観測者に近づく際、観測される音の周波数が

$$f_0 \frac{c}{c-v}$$

で与えられることを説明しなさい。ただし、 $c$  は音速を表す。

問4 単原子分子からなる理想気体の単位モル数当たりの内部エネルギーは  $\frac{3}{2}RT$  で与えられる。  
 $R$  は気体定数、 $T$  は絶対温度である。このとき、この気体の定圧モル比熱が  $\frac{5}{2}R$  で与えられることを示しなさい。

(次ページにつづく)

【 令和3年度筑波大学大学院教育学学位プログラム博士前期課程  
次世代学校教育創成サブプログラム入学試験問題 】

|      |            |
|------|------------|
| 受験番号 | 領域名 理科教育領域 |
|------|------------|

専門科目（教科専門に関する問題） 11 枚のうち 4枚目

問5 以下の間に答えなさい。

- (1) 電荷  $q$  をもつ荷電粒子が一様な磁束密度  $B$  の磁場中を、磁束密度と垂直な方向へ一定の速さ  $v$  で運動している。この荷電粒子が磁場から受ける力の大きさを答えなさい。
- (2) 導線にそって一定の電流  $i (> 0)$  が流れている。この導線に垂直に一様な磁束密度  $B$  をもつ磁場を印加した。磁場から導線が受ける単位長さあたりの力の大きさを求めなさい。

図1のように、 $x$  軸方向正の向きに一様な磁束密度  $B$  をもつ磁場中に、中心が点  $O$  で半径  $a$  の円形のコイルが置かれている。このコイルは、中心  $O$  を通りコイルと同一面内で磁束密度  $B$  に垂直な方向の軸に固定されている。この軸の方向を図のように  $y$  軸とし、 $z$  軸も図のように紙面に垂直な方向にとる。コイルには定常電流  $i (> 0)$  が図の向きに流れている。

- (3) 図1のように、 $OP$  が  $x$  軸となす角が  $\phi$  の点  $P$  における長さ  $\Delta s$  の微小区間に働く力の大きさと向きを答えなさい。
- (4) 図1のように、軸に対して点  $P$  と対称な点を  $Q$  とする。点  $Q$  における長さ  $\Delta s$  の微小区間に働く力の向きを答えなさい。
- (5) 点  $P$  における長さ  $\Delta s$  の微小区間に働く力と、点  $Q$  における長さ  $\Delta s$  の微小区間に働く力とによって生じる、軸のまわりの力のモーメント（トルク）を求めなさい。
- (6) 円形のコイル全体に生じる、軸のまわりの力のモーメント（トルク）を求めなさい。

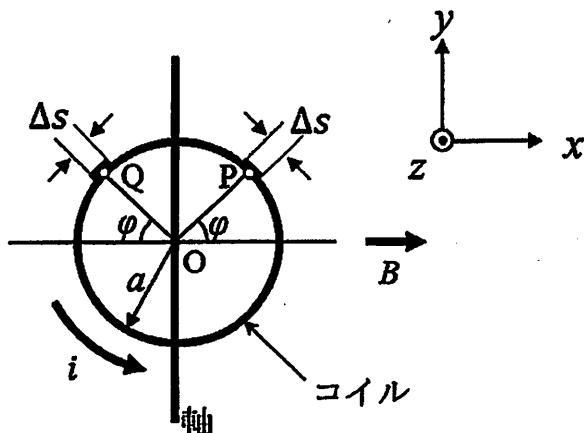


図1

(次ページにつづく)

【 令和3年度筑波大学大学院教育学学位プログラム博士前期課程  
次世代学校教育創成サブプログラム入学試験問題 】

|      |            |
|------|------------|
| 受験番号 | 領域名 理科教育領域 |
|------|------------|

専門科目（教科専門に関する問題）

11 枚のうち 5枚目

次に、図2のように半径  $a$  の円形のコイルが軸のまわりを自由に回転できるように設置されている場合を考える。図2は図1とは見ている方向が異なることに注意しなさい。また、コイルのまわりには磁石と鉄芯が配置され、コイルの向きに関わりなく、コイルを含む面内の軸に垂直な方向に、大きさが一定で磁束密度  $B$  の磁場が生じている。さらに、コイルの  $x$  軸からの回転角が  $\theta$  の時、円形のコイルに  $k\theta$  の力のモーメント（トルク）が  $|\theta|$  を減らす方向にかかるように、バネが配置されている。ただし、 $k$  は定数である。

- (7) コイルに電流  $i$  を流すと回転角  $\theta$  でつりあい、コイルは静止した。この時の電流  $i$  を、 $k, \theta, B, a$  を用いて表しなさい。

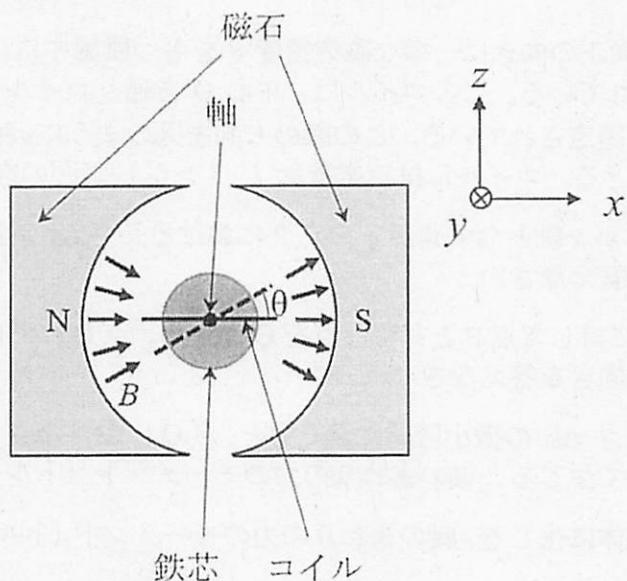


図2

【 令和3年度筑波大学大学院教育学学位プログラム博士前期課程  
次世代学校教育創成サブプログラム入学試験問題 】

|      |            |
|------|------------|
| 受験番号 | 領域名 理科教育領域 |
|------|------------|

専門科目（教科専門に関する問題）

11 枚のうち 6枚目

【化学】

次の問1～問3について、問の番号と解答を答案用紙に記入しなさい。なお、問2及び問3については選択した設問の記号も明記しなさい。

問1 次の英文を読み、以下の設問(i)～(iv)に答えなさい。

著作権法に基づき削除

出典：P. Atkins, J. de Paula, J. Keeler, *Atkins' Physical Chemistry*, 11th ed., Oxford University Press, 2018, p. 19. 一部省略

(i) 下線部を日本語に訳しなさい。

(ii) 「intermolecular forces」として本文中で述べられている「force」をすべて英語で記しなさい。

【 令和3年度筑波大学大学院教育学学位プログラム博士前期課程  
次世代学校教育創成サブプログラム入学試験問題 】

|      |            |
|------|------------|
| 受験番号 | 領域名 理科教育領域 |
|------|------------|

専門科目（教科専門に関する問題）

11 枚のうち 7枚目

- (iii) 「real gases」が「the perfect gas」のようにふるまうのは、どのようなときか、10字以内で記しなさい。
- (iv) 2個の単原子分子を考える。分子間のポテンシャルエネルギーの分子間距離依存性を本文の内容に即してグラフに示しなさい。

問2 次の設問(A)または(B)に答えなさい。

- (A) 空気の主成分である窒素と酸素について、その化学反応性の違いをあげ、その理由を分子軌道法の観点から説明しなさい。
- (B) 物質が水に溶解する機構について説明しなさい。

問3 次の設問(A)または(B)に答えなさい。

- (A) 化合物が芳香族性を持つ条件を説明しなさい。
- (B) 热力学支配の反応と速度論支配の反応の違いを説明しなさい。

【 令和3年度筑波大学大学院教育学学位プログラム博士前期課程  
次世代学校教育創成サブプログラム入学試験問題 】

|      |            |
|------|------------|
| 受験番号 | 領域名 理科教育領域 |
|------|------------|

専門科目（教科専門に関する問題） 11 枚のうち 8枚目

【生物学】

問1 次の文章を読み、間に答えなさい。

著作権法に基づき削除

(出典: 日本国際賞HP, The 2020 (36th) Japan Prize, "Life Science" field, Outline of Achievements, "Pioneering contributions to paleoanthropology through decoding ancient human genome sequences" より抜粋)

問 この研究分野における今後の課題について、あなたの考えを述べなさい。

【 令和3年度筑波大学大学院教育学学位プログラム博士前期課程  
次世代学校教育創成サブプログラム入学試験問題 】

|      |            |
|------|------------|
| 受験番号 | 領域名 理科教育領域 |
|------|------------|

専門科目（教科専門に関する問題）

11 枚のうち 9枚目

問2 次の3つの小問から2つを選んで、小問の番号と解答を答案用紙に記入しなさい。

- (1) PCR (Polymerase Chain Reaction) 法の原理を説明し、その応用例について述べなさい。
- (2) 被子植物における次世代の形成過程と散布について述べなさい。
- (3) 二倍体生物における単為生殖の様式を、遺伝的多様性の観点から少なくとも3つあげ、それぞれの特徴と具体例を述べなさい。

【 令和3年度筑波大学大学院教育学学位プログラム博士前期課程  
次世代学校教育創成サブプログラム入学試験問題 】

|      |            |
|------|------------|
| 受験番号 | 領域名 理科教育領域 |
|------|------------|

専門科目（教科専門に関する問題） 11 枚のうち 10枚目

【地学】

次の問1、問2について問の番号と解答を答案用紙に記入しなさい。

問1 下の二つの図は地球大気中の二酸化炭素濃度の変化を示している。

- (1) 1860年から2010年までの変化の特徴とその理由について詳しく説明せよ。
- (2) シルル紀から第三紀までの変化の特徴とその理由について詳しく説明せよ。
- (3) 数百年後、数万年後、数億年後の時間スケールで分けて、将来的に予想される変化について述べよ。

出典: Cadule, P., Friedlingstein, P., Bopp, L., Sitch, S., Jones, CD., Ciais, P., Piao, SL., Peylin, P (2010) Benchmarking coupled climate-carbon models against long-term atmospheric CO<sub>2</sub> measurements. Global Biogeochemical Cycles, 24, GB2016.

Boucot, AJ, Gray, J (2001) A critique of Phanerozoic climatic models involving changes in the CO<sub>2</sub> content of the atmosphere. Earth-Science Reviews, 56, 1–159.

著作権法に基づき削除

【 令和3年度筑波大学大学院教育学学位プログラム博士前期課程  
次世代学校教育創成サブプログラム入学試験問題 】

|      |            |
|------|------------|
| 受験番号 | 領域名 理科教育領域 |
|------|------------|

専門科目（教科専門に関する問題）

11枚のうち 11枚目

問2 以下の文章を読んで下の間に答えよ。

著作権法に基づき削除

- (1) この文章を500字以内の日本語で要約せよ。
- (2) これに続く文章において、著者は「津波の危険性を減らすために最も費用対効果の高い対策はリスクコミュニケーションであり、津波の危険性と自分の身を守る方法を広く伝える取り組みが必要である」と述べている。学校教育において生徒に災害の危険性を考えさせるにはどのような授業や取り組みが可能か、津波以外の災害を一つ挙げて取り組みの具体的な内容を述べよ。