

受験番号

理科教育領域

令和5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（2月実施）

## 専門科目

(10:00~12:00)

### 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13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、問いごとに答案用紙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3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。なお、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。答案用紙のホチキス止めは外さないでください。下書用紙も提出してください。
8. 日本語で解答してください。

【 令和5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 】

理科教育領域

専門科目（ 教科教育に関する問題 ）

14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で示された理科における「対話的な学び」を実現する視点について、具体例をあげながら説明しなさい。
- 問2 国際調査によると、理科を学ぶことの意義・有用性を認識している日本の生徒の割合が諸外国と比べて小さいということが明らかになっている。このような現状の改善策について、具体的に説明しなさい。

【 令和5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 】

理科教育領域

専門科目（ 教科専門に関する問題 ）

14枚のうち 2枚目

【物理学】

以下のすべての問いについて、問い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、問いに答えなさい。

（著作権法に基づき削除）

（出典: Claude Cohen-Tannoudji *et al.*,

“Atom-Photon Interactions” (John Wiley & Sons, Inc, 1992) 一部改変)

(1) 下線部①を和訳しなさい。

(2) “electromagnetic interaction” によってどのような現象が説明されると著者等が主張しているか、説明しなさい。

(次ページにつづく)

【 令和5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 】

理科教育領域

専門科目 ( 教科専門に関する問題 )

14枚のうち 3枚目

問2 半径  $R$ 、長さ  $L$  の薄い円筒型の導体を考える。導体は真空中に静止しており、単位面積あたりの電荷密度  $\sigma$  で一様に帯電している。 $L$  は  $R$  より十分に長く、円筒の端の効果は無視してよいとする。

- (1) 導体円筒中の全電荷量を求めなさい。
- (2) 導体円筒の内部および外部で、中心軸からの距離が  $r$  の点における電場の大きさを、ガウスの法則を用いて求めなさい。ただし、真空の誘電率を  $\epsilon_0$  とする。

問3 「アンペールの法則」とはどのような法則か、説明しなさい。

問4 真空中に静止している長い直線導線から距離  $a$  の点における磁束密度の大きさが  $B(a)$  であったとする。このとき、直線導線を通る電流の大きさを求めなさい。ただし、真空の透磁率を  $\mu_0$  とする。

(次ページにつづく)

【 令和5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 】

理科教育領域

専門科目 ( 教科専門に関する問題 )

14枚のうち 4枚目

問5 図1は、軸を紙面に垂直に共通させた、1つの導体円柱と2つの導体円筒の断面を示す。これらは真空中に置かれ静止しているとする。導体円柱には紙面へ入る向きに1A、導体円筒1には紙面から出る向きに6A、導体円筒2には紙面へ入る向きに5Aの電流が流れている。図に示すような導体円柱、導体円筒間の円状の閉経路a、閉経路b、閉経路cをとる。各閉経路上の微小線要素 $d\vec{s}$ における磁束密度を $\vec{B}$ として $\oint \vec{B} \cdot d\vec{s}$ を計算し、その絶対値の大きい順にa、b、cを並べなさい。ただし、図中の閉経路上の矢印は微小線要素 $d\vec{s}$ の向きを示す。

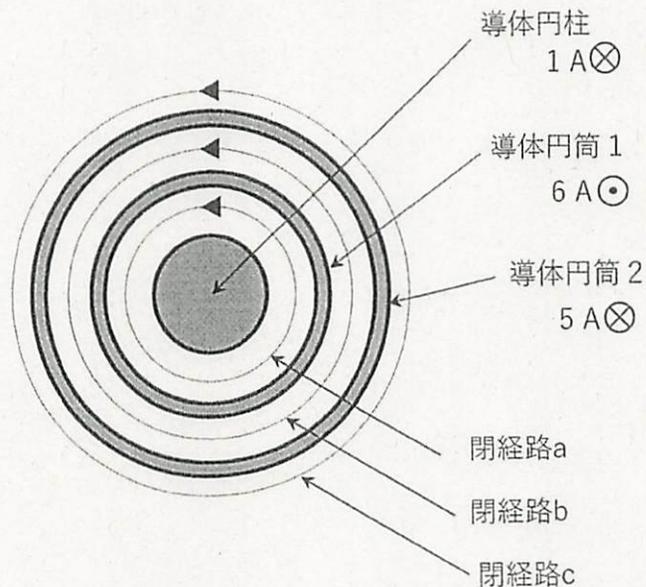


図1

(次ページにつづく)

【 令和5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 】

理科教育領域

専門科目 ( 教科専門に関する問題 )

14枚のうち 5枚目

問6 図2に示すように、ばね定数  $k$  のばねに結ばれた質量  $m$  の物体の、水平面上における1次元運動を考える。物体の運動方向を  $x$  軸にとり、つりあいの位置を  $x$  軸の原点とし、時刻  $t$  における物体の位置を  $x(t)$  と表す。物体と床の間には、物体の速度に比例する摩擦力が働き、摩擦力は正の定数  $\gamma$  を用いて  $-\gamma \frac{dx}{dt}$  と表される。はじめ、つりあいの位置に静止していた物体に、時刻  $t = 0$  に  $x$  軸正の向きの撃力を加えたところ、物体は初速  $v_0$  で運動を始めた。このとき以下の問いに答えなさい。

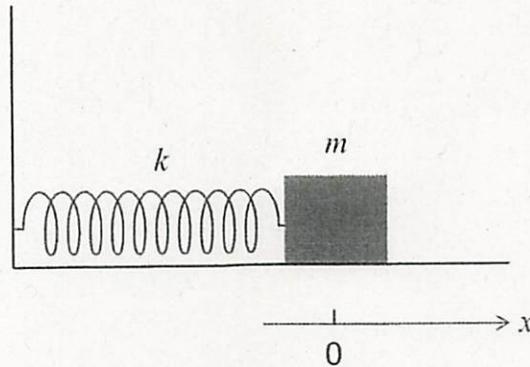


図2

- (1) 時刻  $t = 0$  に物体に加えられた撃力の力積  $I$  を求めなさい。
- (2) 時刻  $t$  ( $t > 0$ ) における物体の運動方程式を書きなさい。

(次ページにつづく)

【 令和5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 】

理科教育領域

専門科目（ 教科専門に関する問題 ）

14枚のうち 6枚目

(3) 時刻  $t$  ( $t > 0$ ) における物体の運動は複素定数  $A, \alpha$  を用いて、 $x(t) = Ae^{\alpha t}$  と書くことができる。運動方程式を満たすことを用いて複素定数  $\alpha$  の値を求めなさい。ただし、摩擦力の係数  $\gamma$  は  $\gamma^2 < 4mk$  を満たすものとする。

(4) 激力の直後には  $x = 0$ ,  $\frac{dx}{dt} = v_0$  であることを用いて、時刻  $t$  ( $t > 0$ ) における物体の位置  $x(t)$  を求めなさい。

(5) 物体の力学的なエネルギー  $E = \frac{1}{2}m\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \frac{1}{2}kx^2$  を考える。

$$\frac{d}{dt} \left\{ \left( \frac{dx}{dt} \right)^2 \right\} = 2 \frac{dx}{dt} \frac{d^2x}{dt^2} \text{ となることと運動方程式を用いて、力学的な}$$

エネルギーの時間変化  $\frac{dE}{dt}$  と、摩擦力がする仕事との関係を説明しなさい。

(次ページにつづく)

【 令和5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 】

理科教育領域

専門科目 ( 教科専門に関する問題 )

14枚のうち 7枚目

次に、摩擦力は働かない ( $\gamma = 0$ ) として、物体に外部から図3に示すような時間変化をする力

$$F(t) = \begin{cases} 0 & (t \leq 0) \\ F_0 & (0 < t < T) \\ 0 & (T \leq t) \end{cases}$$

が働くとする。ただし、 $T$  と  $F_0$  は正の定数である。以下の問いに答えなさい。

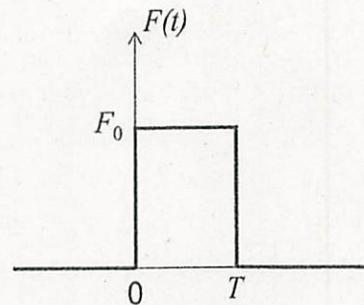


図3

- (6)  $0 < t < T$  の時間に加えられた力  $F(t)$  による力積  $I'$  を求めなさい
- (7) 時刻  $t \leq 0$  では物体はつりあいの位置に静止していたとして、  
 $0 < t < T$  における物体の位置  $x(t)$  を求めなさい。このとき、外力  $F_0$  が加わる分だけ、振動の中心位置がつりあいの位置からずれること、固有振動数は変化しないことを用いてもよい。
- (8)  $T \leq t$  における物体の位置は、(7)で求めた  $0 < t < T$  における  $x(t)$  に、振動の一般解  $B \cos \{ \omega_0(t - t_0) \} + C$  を重ね合わせた形で表すことができる。ここで、 $B, t_0, C$  は定数、 $\omega_0$  は固有振動数である。原点まわりの振動であること、 $t = T$  において  $x(t)$  とその時間微分 (速度) が連続であることを用いて  $T \leq t$  における  $x(t)$  を求めなさい。
- (9) 物体に加える力積の大きさを一定に保ち、力を加える時間  $T$  を小さくしていったときの物体の運動が、同じ力積の値を持つ撃力を加えた場合と一致することを確認しなさい。

【 令和5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 】

理科教育領域

専門科目（ 教科専門に関する問題 ）

14枚のうち 8枚目

【化学】

問1～3の解答を答案用紙に記入しなさい。

問1 次の英文を読み、設問(i)～(iii)に答えなさい。

(著作権法に基づき削除)

出典：T. L. Overton, J. P. Rourke, M. T. Weller, and F. A. Armstrong, "Inorganic Chemistry", 7th ed.,  
Oxford University Press, 2018, pp. 413-414. 一部省略

(次ページにつづく)

【 令和5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 】

理科教育領域

専門科目（ 教科専門に関する問題 ）

14枚のうち 9枚目

- (i) 下線部(b)を日本語に訳しなさい。
- (ii) 下線部(a)の性質が生じる理由を英文の内容に基づいて説明しなさい。
- (iii) グラファイトとダイヤモンド以外の炭素の同素体を英語で1つ書きなさい。

問2 設問(i)と(ii)に答えなさい。

- (i) 標準反応ギブズエネルギーと平衡定数の関係を説明しなさい。
- (ii) 非イオン性界面活性剤の曇点とは何か説明しなさい。

問3 アルケンに対する求電子付加反応について、反応例を1つ挙げて説明しなさい。

【 令和5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 】

理科教育領域

専門科目 ( 教科専門に関する問題 )

14枚のうち 10枚目

【生物学】

問1 以下の英文を読み、問に答えなさい。

(著作権法に基づき削除)

(出典 : Dave Goulson (2021) "Silent Earth: Averting the Insect Apocalypse", Jonathan Cape Ltd, pp. 3-4 より抜粋)

問 下線部は「自然に対する戦争」と訳すことができるが、それは具体的にどのような事柄を指しているか。英文の内容をふまえて説明しなさい。

(次ページにつづく)

【 令和5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 】

理科教育領域

専門科目（ 教科専門に関する問題 ）

14枚のうち 11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) 生物学における系統分類の意義を説明しなさい。
- (2) アレルギーの起きる仕組みを説明しなさい。
- (3) DNA、遺伝子、染色体、ゲノムの4つの用語をそれぞれの意味の違いがわかるように説明しなさい。

【 令和5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 】

理科教育領域

専門科目（ 教科専門に関する問題 ）

14枚のうち 12枚目

【地学】

問1 以下の文章を読んで下の問に答えよ。

（著作権法に基づき削除）

（次ページにつづく）

【 令和5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 】

理科教育領域

専門科目（ 教科専門に関する問題 ）

14枚のうち 13枚目

（著作権法に基づき削除）

出典： Complexities of coastal resilience. *Nat. Geosci.* 15, 1 (2022).  
<https://doi.org/10.1038/s41561-021-00884-0> より抜粋

- (1) 下線部(a)を日本語に訳しなさい。
- (2) 下線部(b) を日本語に訳しなさい。
- (3) 沈降などの沿岸環境の変化の原因は何か、本文で述べられている内容に基づいて述べなさい。

(次ページにつづく)

【 令和5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 】

理科教育領域

専門科目（ 教科専門に関する問題 ）

14枚のうち 14枚目

問2 次の4つの小問(1)～(4)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) 南米、アフリカ、南極、インド、オーストラリアの各大陸は、古生代に一つの超大陸ゴンドワナを形成していた。この説を支持する古生物学的な証拠にはどのようなものがあるか、具体例を挙げて説明しなさい。
- (2) 火山灰の色を比較すると、灰色のものから黒色のものまで分布している。火山灰の色にこのような変化が起こる理由を説明しなさい。
- (3) 変成岩の特徴と、その成因について説明しなさい。
- (4) 堆積物の中央粒径、平均粒径、淘汰度、モード粒径についてそれぞれ説明しなさい。