

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（10月実施）

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12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、問い合わせごとに答案用紙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。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。
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）

13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 理科で言語活動の充実が求められる背景について説明しなさい。また、理科授業の中で言語活動を充実させるための方策を2つ示し、それぞれについて具体例をあげながら説明しなさい。

問2 個別最適な学びと協働的な学びの一体的な充実を図るための理科指導について、具体例をあげながら説明しなさい。

【 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） 13枚のうち 2枚目

【物理学】

以下のすべての問い合わせについて、問い合わせ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、問い合わせに答えなさい。

(著作権法に基づき削除)

出典：R. Feynman, R. Leighton, and M. Sands,
“The Feynman Lectures on Physics Volume II” (1963), Addison Wesley

(1) 下線部①を訳しなさい。

(2) この文章が説明しようとしている物理法則の名称と内容を書きなさい。

(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）

13枚のうち 3枚目

問2 十分に小さい球体が空气中を初速度0で落下する場合を考える。空気との間に速度に比例する抵抗力が働くとして以下の問いに答えなさい。球体の質量を m 、重力加速度を g 、抵抗力の比例係数を k とする。

- (1) 球体の運動方程式を書きなさい。
- (2) 十分に時間が経過すると球体の速さは一定となる。この時の球体の速さを求めなさい。

問3 質量 m 、半径 a の一様な薄い円板がある。この円板の中心を通り円板に垂直な軸を考える。この軸の周りの円板の慣性モーメントを求めなさい。

問4 図1に示すように、真空中の x 軸上の $x = -l$ から $x = l$ の範囲に単位長さ当たり λ の電荷が一様に分布している。 $x = L$ ($L > l$) の位置に点電荷 q があるとき、この点電荷に働く力の大きさを求めなさい。真空の誘電率を ϵ_0 とする。

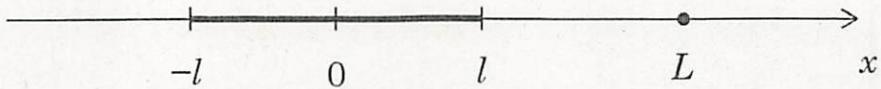


図1

(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）

13枚のうち 4枚目

問5 電場 \vec{E} 、磁束密度 \vec{B} の中を速度 \vec{v} で運動する電荷 q の荷電粒子には $q\vec{E} + q\vec{v} \times \vec{B}$ の Lorentz 力が働く。以下、真空中での電子の運動を考える。電子の電荷を $-e$ 、質量を m_e とする。また、重力の影響は無視でき、電子の速さは光速に比べ十分小さいとする。

まず図2のように x 軸、 y 軸をとり、 z 軸は紙面裏から表に貫く方向にとる。
 $x \geq 0$ の空間（図中網掛け部）には z 軸正の向きに磁束密度の大きさ B_0 の一定の磁場が掛かっており、 $x < 0$ の空間では磁場はないとする。いずれの空間も、電場はないとする。

時刻 $t = 0$ に原点から電子を x 軸正の向きに速さ v_{x0} で放出すると、電子は $x \geq 0$ の空間では xy 平面内の x 軸に接する円周上を等速で運動し、その後、 $x < 0$ の領域に進入した。

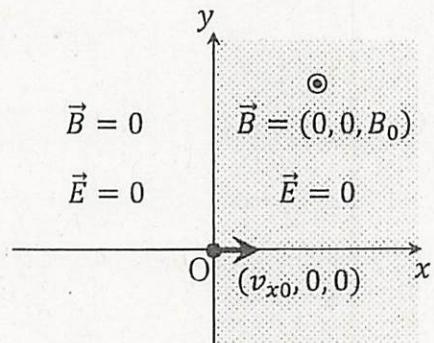


図2

(1) $x \geq 0$ の空間における電子の運動方程式を示しなさい。

(2) $x \geq 0$ の空間において電子は xy 平面内での円弧上を運動することを説明しなさい。

(3) $x \geq 0$ の空間における電子の座標 (x, y, z) を時刻 t の関数として示しなさい。ただし、円弧の半径（曲率半径）を r_0 、電子の運動の角周波数を ω_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）

13枚のうち 5枚目

- (4) $t \geq 0$ において電子がどのような軌道を運動するか、 $x < 0$ の領域も含め、図示しなさい。
- (5) (3)で求めた式を(1)で求めた運動方程式に代入することにより、 r_0 と ω_0 の値を求めなさい。
- (6) 電子が円周上を半周するのに掛かる時間 T_h を求め、 v_{x0} には依らないことを示しなさい。

次に図3のような状況を考える。空間は3つの領域に分けられ、電場、磁場は領域により次のように異なる。

$x < 0$ および $x > d$ の領域：

電場はなく、磁束密度 $\vec{B}_0 = (0, 0, B_0)$
($B_0 > 0$) の磁場が掛かっている。

$0 \leq x \leq d$ の領域：

磁場は掛かっておらず、 x 軸方向に強さ E_0 ($E_0 > 0$) の電場が掛かっている。ただし、その向きは x 軸方向の電子の速さを増す力を与える方向に切り替えられる。即ち、 x 軸方向の速度を v_x とし、 $v_x \geq 0$ のときには電場は x 軸負の向きに、 $v_x < 0$ のときには電場は x 軸正の向きを向いている ($\vec{E} = (\mp E_0, 0, 0)$)。

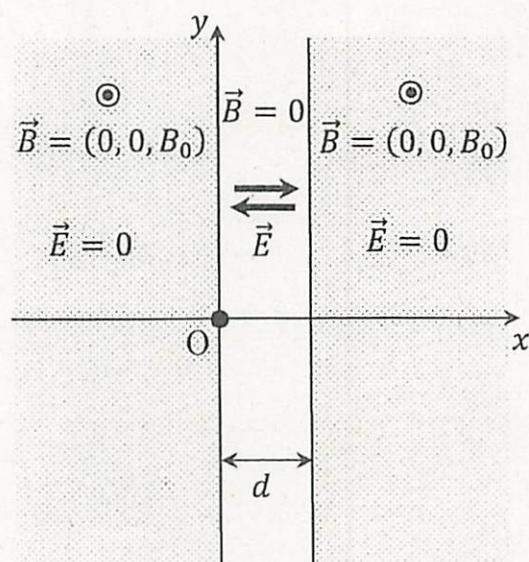


図3

(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）

13枚のうち 6枚目

時刻 $t = 0$ に、原点 O から電子を初速度 0 で放出する場合を考える。

- (7) (3)から(5)の結果を参考に、 $t = 0$ に電子が放出された後の電子の軌道を図示しなさい。
- (8) (6)の結果を参考に、電子が放出された後、初めて y 軸を横切るまでの時間を求めなさい。
- (9) 電子が放出された後、 y 軸を $2n$ 回目に横切る直前の電子の速さを求めなさい。ただし、 n は自然数である。
- (10) (9)と同じ時刻の電子の軌道の曲率半径を求めなさい。

【 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）

13枚のうち 7枚目

【化学】

次の7問から4問を選んで、問の番号と解答を答案用紙に記入しなさい。ただし、無機化学、物理化学、有機化学、英語の各カテゴリーから1問ずつ選ぶこと。

(無機化学)

問1 紫外可視吸収スペクトルで現れる等吸収点について、どのようなときに等吸収点が出現するか説明しなさい。説明に必要ならば図を用いてもよい。

問2 Pauli の排他則を説明しなさい。

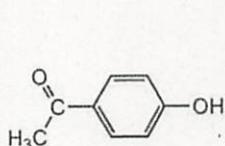
(物理化学)

問3 反応速度論におけるアレニウスプロットについて説明しなさい。

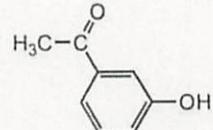
問4 イオン性固体、共有結合性固体、分子性固体それぞれの特徴を具体的な物質名をあげて説明しなさい。

(有機化学)

問5 下記の化合物A、Bの酸性度を比較すると、化合物Aの酸性度が高い。その理由を説明しなさい。



化合物A ($pK_a = 8.05$)



化合物B ($pK_a = 9.19$)

問6 ベンゼン (C_6H_6) から安息香酸 (C_6H_5-COOH) を合成する反応を説明しなさい。

(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）

13枚のうち 8枚目

(英語)

問7 次の英文を読み、以下の設問(i)～(iii)に答えなさい。

(著作権法に基づき削除)

出典：Nivaldo J. Tro, “*Introductory Chemistry*”, 3rd ed., Pearson International Edition, 2008,
p. 516. 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）

13枚のうち 9枚目

- (i) 酸性雨の原因物質であるSO₂とNO₂がなぜ生じるのか、英文の内容に基づいて説明しなさい。
- (ii) 酸性雨の原因物質の影響を受けていない通常の雨水は中性 (pH = 7.0) ではなく、弱酸性 (pH = 5.6) を示す。その理由を英文の内容に基づいて説明しなさい。
- (iii) 英文中のアにあてはまる数値を自然数で答えなさい。
必要ならば、以下の数値を用いなさい。
 $10^{0.1} = 1.26$, $10^{0.2} = 1.58$, $10^{0.3} = 2.00$, $10^{0.4} = 2.51$, $10^{0.5} = 3.16$, $10^{0.6} = 3.98$,
 $10^{0.7} = 5.01$, $10^{0.8} = 6.31$, $10^{0.9} = 7.94$

【 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）

13枚のうち 10枚目

【生物学】

問1 以下の英文は “The Colors of Plants on Other Worlds” というタイトルの記事の一部である。この英文を読み、2つの小間に答えなさい。

（著作権法に基づき削除）

出典：N. Y. Kiang (2008) The Color of Plants on Other Worlds, *Scientific American*, 298, 4, 48-55. より抜粋

<脚注> *¹ extraterrestrial life; 地球外生命体, *² aliens; エイリアン, *³ biosignatures; 生命の痕跡, *⁴ conspicuous; わかりやすい, 顕著な, 目立った, *⁵ soak up; 吸收する, *⁶ infrared radiation; 赤外線放射.

(1) 下線部 (a) の疑問文は “what” の後に入るべきいくつかの単語が省略された文章と考えられる。省略されている単語を補って、何をたずねているのか明確にわかる疑問文を完成させなさい。

(2) 下線部 (a) の疑問文に対するあなたの考えを英文の内容をふまえて記載しなさい。

(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） 13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) 人体において予防接種による効果が得られるまでの過程を説明しなさい。
- (2) 阿蘇山などで行われる早春の野焼きは、人間が人為的に起こす搅乱である。野焼きが草本植物の多様性維持に果たす役割について「遷移」という用語を用いて説明しなさい。
- (3) 細胞内共生によってできたと考えられる細胞小器官の具体例を複数あげ、そう考えられる根拠を説明しなさい。

【 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）

13枚のうち 12枚目

【地学】

問1 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）

出典：Stephen Marshak (著) Essentials of Geology (4th edition), W W Norton & Co Inc., 2013. より抜粋

(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）

13枚のうち 13枚目

- (1) 下線部(a)を日本語に訳しなさい。
- (2) 下線部(b) two “paradigm-shifting” ideasについて、本文の内容に基づいて具体的に説明しなさい。

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) 河川に堆積した砂を分析したところケイ酸含有量が高かった。この理由を50字程度で説明しなさい。
- (2) 碎屑岩、生物岩、化学的沈殿岩（化学岩）、火山碎屑岩についてそれぞれ説明しなさい。
- (3) カコウ岩とゲンブ岩の違いを説明しなさい。
- (4) 生層序とは何か、以下の語句を用いて説明しなさい。
語句：化石帶、区間帶、層序単元