

受験職種	研究職
------	-----

得点	※
----	---

地方独立行政法人大阪産業技術研究所
研究職 電子（応用光学）専門試験

（注 意 事 項）

1. 試験時間中は、すべて試験係員の指示に従ってください。お互いに話をしたり、席を立ったり、そのほか、人の迷惑になるようなことをしてはいけません。また、試験中に携帯電話やスマートフォン等の通信機器やICレコーダー等の電子機器の使用は禁止しますので、電源を切るか、マナーモード等の設定により、試験中に機器音が生じないようにしたうえ、かばん等へ収納してください。（計算機能付きの腕時計も同様とします。）

係員の指示に従わない場合、また、上記の電子機器の扱いに反した場合は不正行為とみなし、失格として退出していただく場合があります。

2. 受験番号及び氏名は必ず記入してください。（※欄は記入しないでください。）

3. 問題は、全部で5問あり、時間は1時間40分です。

4. 試験時間中の体調不良又はトイレ等により、やむを得ず一時退室を希望する場合には、手を挙げて試験係員に知らせ、その指示に従ってください。

ただし、一時退室が認められた場合でも、休養室等での受験はできません。また、一時退室した分の解答開始時刻の繰下げや試験時間の延長も認められません。

5. 試験を終了するとき又は棄権するときは、手を挙げて試験係員に知らせ、必ず試験用紙を試験係員に提出し、確認を受けてください。配付された冊子等は、一切持ち出すことはできません。

「はじめてください」の指示があるまで
中を開けてはいけません

整理番号
※

整理番号
※

得点	※
----	---

受験職種
研究職

受験番号

氏名

問題 1

インダクタンスが $100 [\mu\text{H}]$ 、 Q 値が 50 のコイルと、無損失とみなせる容量 $100 [\text{pF}]$ のコンデンサ、および無損失とみなせる電線からなる直列共振回路がある。この回路の共振時における回路インピーダンス $Z [\Omega]$ を求めよ。

ただし、インダクタンス $L [\text{H}]$ 、残留抵抗 $R [\Omega]$ を持つコイルの角周波数 $\omega [\text{rad/s}]$ における Q 値は次式で示されるものとする。

$$Q = \omega \frac{L}{R}$$

問題1 解答欄

(導出過程)

(答え)

[Ω]

問題2

以下の語群は、光学、電磁気学、高周波回路および量子力学が関連する技術における用語である。この語群のうちから2つ選択し、解答欄(1)および(2)にそれぞれ90～150字で説明せよ。なお、記号[句読点やカギ括弧、中点(・)など]も一字として数えるものとする。

(選択語群)

フォトニック結晶

IoT

可視光通信

5G

寄生容量

蛍光

左手系材料

有機EL

問題3

インピーダンス行列、アドミタンス行列、および縦続行列は、線形受動二端子対回路の入出力電圧、電流の関係を表す2×2の行列である。

図1に示すように、二端子対回路の入出力電圧を V_1 および V_2 、入出力電流を I_1 および I_2 と定めると、インピーダンス行列 $\begin{pmatrix} Z_{11} & Z_{12} \\ Z_{21} & Z_{22} \end{pmatrix}$ 、アドミタンス行列 $\begin{pmatrix} Y_{11} & Y_{12} \\ Y_{21} & Y_{22} \end{pmatrix}$ 、および縦続行列 $\begin{pmatrix} A & B \\ C & D \end{pmatrix}$ は、それぞれ $\begin{pmatrix} V_1 \\ V_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} Z_{11} & Z_{12} \\ Z_{21} & Z_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} I_1 \\ I_2 \end{pmatrix}$ 、 $\begin{pmatrix} I_1 \\ I_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} Y_{11} & Y_{12} \\ Y_{21} & Y_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} V_1 \\ V_2 \end{pmatrix}$ 、および $\begin{pmatrix} V_1 \\ I_1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} A & B \\ C & D \end{pmatrix} \begin{pmatrix} V_2 \\ -I_2 \end{pmatrix}$ のように定義される。

表1の(1)から(5)に入る二端子対回路(a)、(b)、および(c)のインピーダンス行列、アドミタンス行列、および縦続行列を解答欄に記入せよ。ただし、 Z は記号  で表される素子のインピーダンスである。

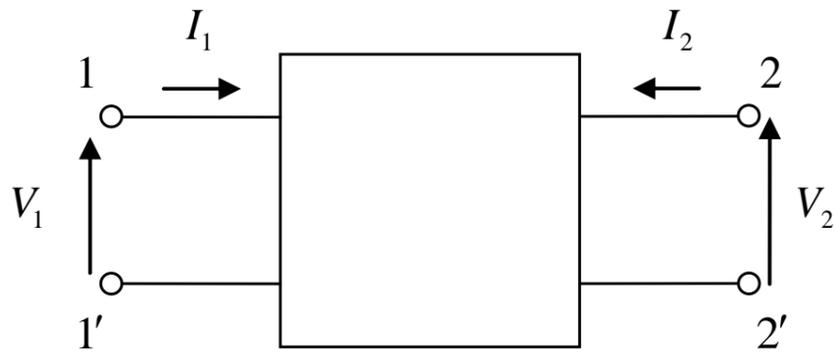
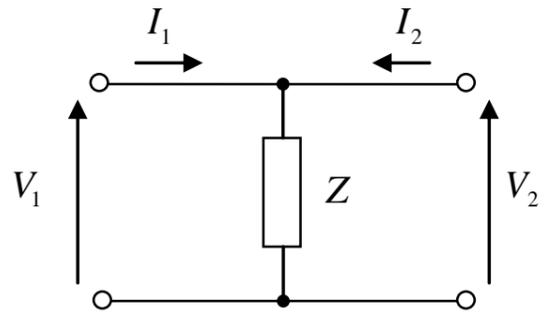
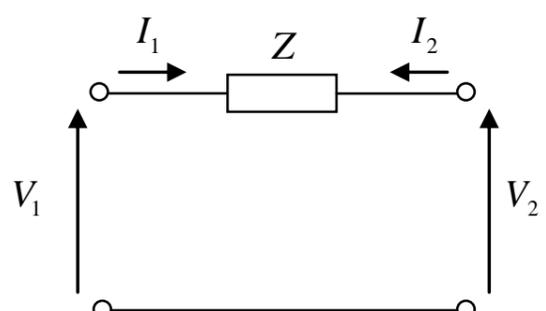
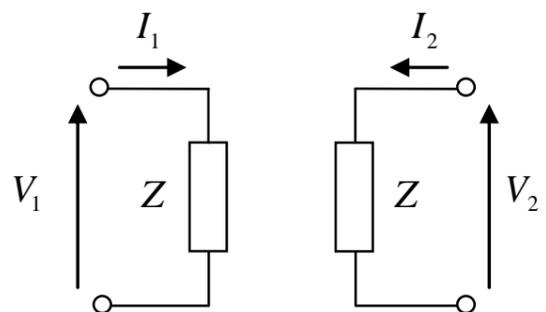


図1 二端子対回路

表1 二端子対回路(a)、(b)、および(c)のインピーダンス行列、アドミタンス行列、および縦続行列

二端子対回路	インピーダンス行列	アドミタンス行列	縦続行列
(a) 	(1)	存在しない	(2)
(b) 	存在しない	(3)	(4)
(c) 	(解答例) $\begin{pmatrix} Z & 0 \\ 0 & Z \end{pmatrix}$	(5)	存在しない

問題3 解答欄

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

問題4

次の原理（1）から（5）について、解答欄に80～120字で簡潔に記入しなさい。なお、必要に応じて、表2内の用語を使用してもよい。

- （1）プリズムによって光を分光できる原理
- （2）回折格子によって光を分光できる原理
- （3）虹が分光されて見える原理
- （4）シャボン玉や油膜の表面が色付いて見える原理
- （5）蜃気楼が見える原理

表2 用語

温度、屈折率、周期構造、薄膜、波長、水滴、伝搬方向、屈折、干渉、反射、透過、分散、光速

問題5

レンズを通過する際の光線の進み方と結像について幾何光学的に考える。次の設問(1)から(5)について、それぞれ答えを解答欄に記入しなさい(計算が必要な場合、その過程も解答欄に記載すること)。ただし、レンズは厚さの無視できる薄肉凸レンズとし、近軸近似が成り立つものとする。また、問題文で導入される a 、 b 、 f 、 h_A 、および h_B は全て正の値を示すものとする。

- (1) 図2に示すように、焦点距離 f の凸レンズの左側に物体(ろうソク)を配置した。このとき、ろうソクの炎のある点(物点A)から出た光は、凸レンズ通過後、別の場所に像を結ぶ。以下に示す凸レンズを通過する光線の特徴を考慮し、物点Aから射出される複数の光線の進路を図示することで、像のできる位置(像点B)を解答欄の図に記載しなさい。
- ・光軸と平行に進む光線は、凸レンズ通過後に後側焦点を通る
 - ・凸レンズの前側焦点を通る光線は、凸レンズ通過後、光軸と平行に進む
 - ・凸レンズの中心Oを通る光線は、凸レンズ通過前後で進行方向は変化しない
- また、光軸 z は凸レンズの中心Oを通過しているものとする。

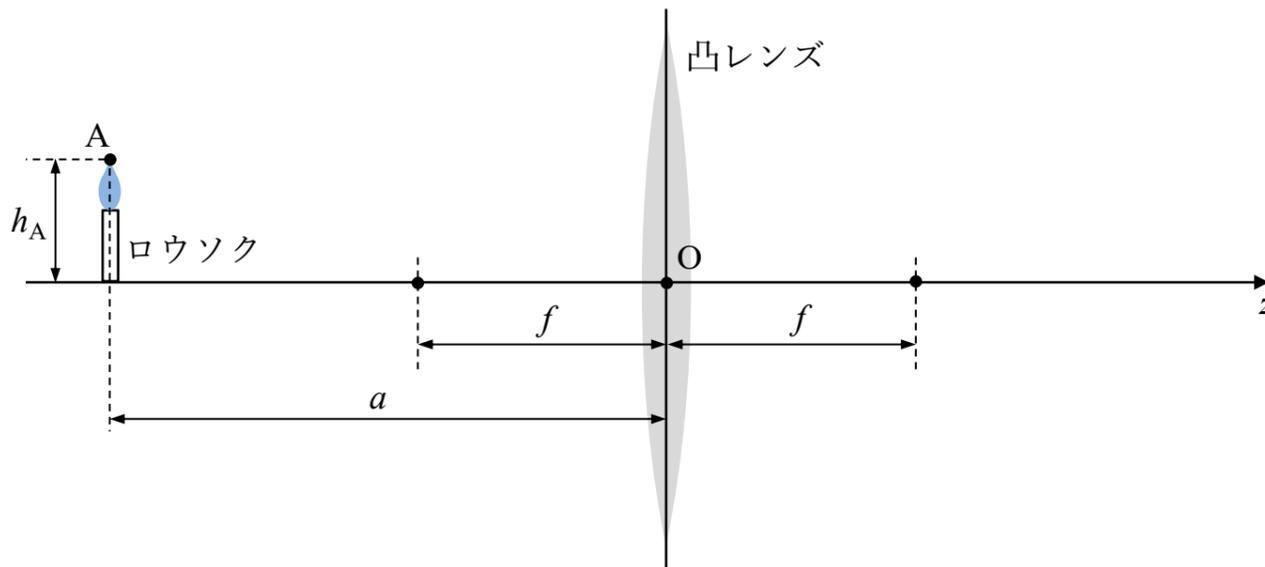


図2

- (2) 物点Aと凸レンズの水平距離を a 、凸レンズと像点Bの水平距離を b とすると、 b を a と f を用いて表せ。ただし、 $a > f$ とする。
- (3) 物点Aと像点Bの光軸からの距離をそれぞれ h_A 、 h_B とする。このとき、横倍率 $M_H = \left| \frac{h_B}{h_A} \right|$ を a と f を用いて表せ。
- (4) 図3に示すように、焦点距離 f の凸レンズ L_1 と焦点距離 $0.5f$ の凸レンズ L_2 を距離 $1.5f$ 離して配置した光学系において、物点Aを凸レンズ L_1 の前側焦点面に置いた場合を考える。以下に示す、物点Aから射出される光線①～③の進路を図示することで、像のできる位置(像点B)を解答欄の図に記載しなさい。
- ①: 物点Aから射出後、光軸と平行に進む光線
 - ②: 凸レンズ L_1 の中心 O_1 を通る光線
 - ③: 凸レンズ L_2 の中心 O_2 を通る光線

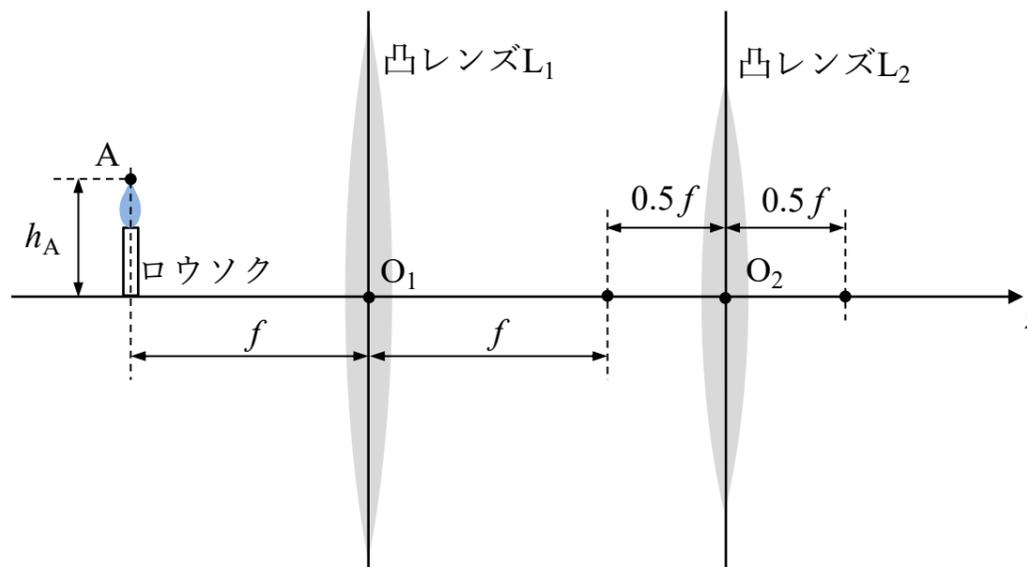
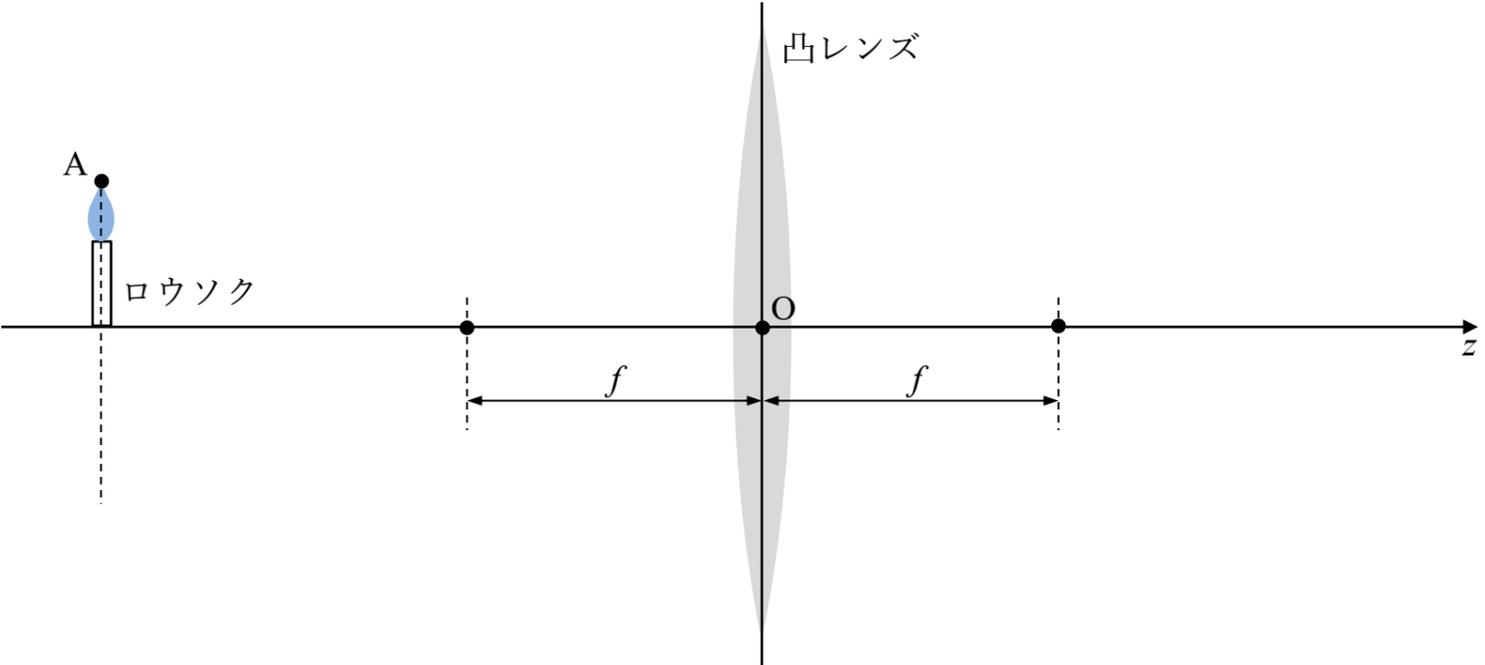


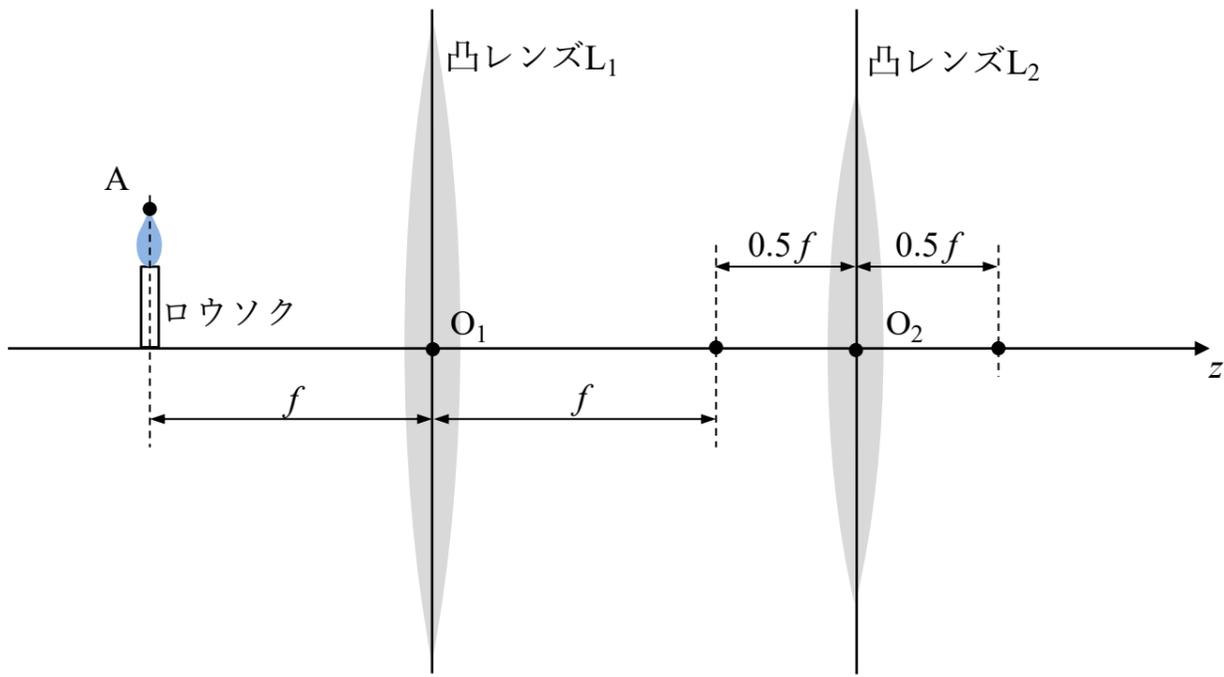
図3

- (5) 図3に示す光学系において、横倍率 $M_H = \left| \frac{h_B}{h_A} \right|$ の値を求めよ。ただし、 h_A 、 h_B は、それぞれ物点Aと像点Bの光軸からの距離を表す。

問題5 解答欄

<p>(1)</p>	 <p>The diagram shows a horizontal optical axis labeled z at its right end. A vertical line represents the lens, with its optical center labeled O. Two focal points are marked on the axis, each at a distance f from O. To the left of the lens, a candle flame is shown with its top labeled A and its base on the axis labeled "ろうソク". A vertical dashed line extends downwards from the candle's base.</p>
<p>(2)</p>	
<p>(3)</p>	

(4)



(5)