(2012年度)

物 理 問 題 (90分)

(この問題冊子は17ページ, 4問である。)

受験についての注意

1. 監督の指示があるまで, 問題冊子を開いてはならない。
2. 携帯電話・ＰＨＳの電源は切ること。
3. 試験開始前に, 監督から指示があったら, 解答用紙の右上の番号が自分の受験番号かどうかを確認し, 氏名を記入すること。次に, 解答用紙の右側のミシン目にそって, きれいに折り曲げてから, 受験番号と氏名が書かれた切片を切り離し, 机上に置くこと。
4. 監督から試験開始の合図があったら, この問題冊子が, 上に記したページ数どおりそろっているかどうか確かめること。
5. **解答は解答用紙の各問の選択肢の中から正解と思うものを選んで, そのマーク欄をぬりつぶすこと。**その他の部分には何も書いてはならない。
6. 筆記具は, **ＨかＦかＨＢの黒鉛筆またはシャープペンシル**に限る。万年筆・ボールペンなどを使用してはならない。時計に組み込まれたアラーム機能, 計算機能, 辞書機能などを使用してはならない。
7. マークをするとき, 枠からはみ出したり, 枠のなかに白い部分を残したり, 文字や番号, 枠などに○や×をつけたりしてはならない。
8. 訂正する場合は, 消しゴムでていねいに消すこと。**消しくずはきれいに取り除くこと。**
9. 解答用紙を折り曲げたり, 破ったりしてはならない。採点が不可能になる。
10. 試験時間中に退場してはならない。
11. 解答用紙を持ち帰ってはならない。
12. 問題冊子, 計算用紙は必ず持ち帰ること。

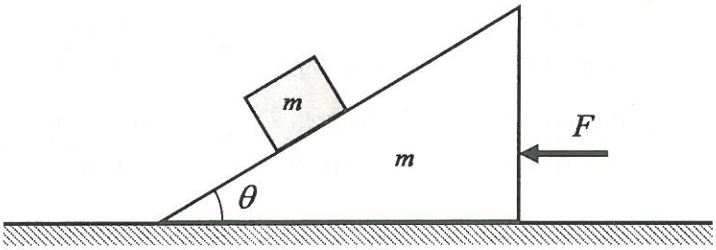
1 図のように，水平面と角度θ（ただし，$0<\theta<\frac{\pi}{2}$）をなす斜面を持つ質量mの台が床の上に置いてあり，その斜面上に質量mの小さな物体を置いて次の実験を行う。床と台の間にも，台と物体の間にも摩擦はないとし，重力加速度をgとする。また，台に水平方向左向きに適当な力Fを加えることができる。

1. 物体を斜面上にそっと置いて斜面上を滑らせたところ，台は静止していた。このとき，物体は加速度〔 1 〕$\times g$で滑り，物体と斜面の間に働いている垂直抗力は〔 2 〕$\times mg$であり，力Fは〔 3 〕$\times mg$である。

2. 次に，台を左向きに常に一定の加速度aで動かしながら物体を斜面上にそっと置くと，物体は斜面上に止まったまま滑らなかった。このとき，台の加速度は〔 4 〕$\times g$であり，物体と斜面の間に働いている垂直抗力は〔 5 〕$\times mg$になっている。また，物体を置いた後も台を同じ加速度aで動かすために，台に加えた力Fは〔 6 〕$\times mg$である。

3. さらに，台を左向きに常に一定の加速度a'で動かしながら物体を斜面上にそっと置くと，物体は斜面に沿って下向きに滑った。このとき，物体の斜面に対する加速度は〔 7 〕$\times g-$〔 8 〕$\times a'$であり，物体と斜面の間に働いている垂直抗力は〔 9 〕$\times mg$＋〔 10 〕$\times ma'$になっている。また，物体を置いた後も，台を同じ加速度a'で動かすために，台に加えた力Fは〔 11 〕$\times mg$＋〔 12 〕$\times ma'$である。

4.　最後に，台に力 F は加えないまま，静止している台の斜面上に物体をそっと置いた。すると，物体は斜面に沿って下向きに滑り出し，台は右向きに床の上を滑り出した。このときの物体の斜面に対する加速度は〔　13　〕$\times g$ であり，台の加速度は〔　14　〕$\times g$ である。また，物体と斜面の間に働いている垂直抗力は，〔　15　〕$\times mg$ になっている。



〔　1　〕～〔　12　〕の選択肢

a)	1	b)	2	c)	$\sin\theta$	d)	$2\sin\theta$
e)	$\cos\theta$	f)	$2\cos\theta$	g)	$\sin\theta\cos\theta$	h)	$2\sin\theta\cos\theta$
i)	$\sin^2\theta$	j)	$2\sin^2\theta$	k)	$\cos^2\theta$	l)	$2\cos^2\theta$
m)	$\dfrac{1}{\sin\theta}$	n)	$\dfrac{2}{\sin\theta}$	o)	$\dfrac{1}{\cos\theta}$	p)	$\dfrac{2}{\cos\theta}$
q)	$\dfrac{\cos\theta}{\sin\theta}$	r)	$\dfrac{2\cos\theta}{\sin\theta}$	s)	$\dfrac{\sin\theta}{\cos\theta}$	t)	$\dfrac{2\sin\theta}{\cos\theta}$
u)	$1+\sin^2\theta$	v)	$1+\cos^2\theta$	w)	$2+\sin^2\theta$	x)	$2+\cos^2\theta$

〔 13 〕～〔 15 〕の選択肢

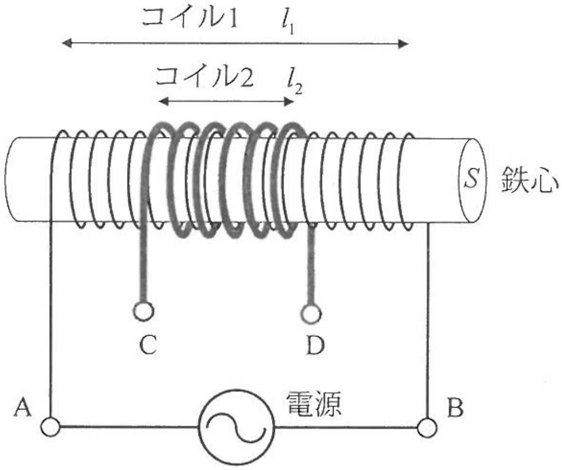
a)	$\dfrac{1}{\sin^2\theta}$	b)	$\dfrac{2}{\sin^2\theta}$	c)	$\dfrac{1}{\cos^2\theta}$	d)	$\dfrac{2}{\cos^2\theta}$
e)	$\dfrac{\cos\theta}{\sin^2\theta}$	f)	$\dfrac{2\cos\theta}{\sin^2\theta}$	g)	$\dfrac{\sin\theta}{\cos^2\theta}$	h)	$\dfrac{2\sin\theta}{\cos^2\theta}$
i)	$\dfrac{1}{1+\sin^2\theta}$	j)	$\dfrac{2}{1+\sin^2\theta}$	k)	$\dfrac{1}{1+\cos^2\theta}$	l)	$\dfrac{2}{1+\cos^2\theta}$
m)	$\dfrac{\sin\theta}{1+\sin^2\theta}$	n)	$\dfrac{2\sin\theta}{1+\sin^2\theta}$	o)	$\dfrac{\sin\theta}{1+\cos^2\theta}$	p)	$\dfrac{2\sin\theta}{1+\cos^2\theta}$
q)	$\dfrac{\cos\theta}{1+\sin^2\theta}$	r)	$\dfrac{2\cos\theta}{1+\sin^2\theta}$	s)	$\dfrac{\cos\theta}{1+\cos^2\theta}$	t)	$\dfrac{2\cos\theta}{1+\cos^2\theta}$
u)	$\dfrac{\sin\theta\cos\theta}{1+\sin^2\theta}$	v)	$\dfrac{2\sin\theta\cos\theta}{1+\sin^2\theta}$	w)	$\dfrac{\sin\theta\cos\theta}{1+\cos^2\theta}$	x)	$\dfrac{2\sin\theta\cos\theta}{1+\cos^2\theta}$

以 下 余 白

次頁へ続く

2　図のように，断面積S，透磁率μの鉄心に，単位長さあたりn_1回の割合で，長さl_1だけコイル1が巻かれ，さらに単位長さあたりn_2回の割合で，長さl_2だけコイル2が巻かれている($l_1 > l_2$とする)。l_1，l_2は鉄心の直径に比べて十分に長く，コイルの電気抵抗は無視する。

電源からコイル1のAB間に交流電圧Vをかけて，角周波数ωの電流$I = I_0 \sin \omega t$をAからBに流すと，鉄心を貫く磁束密度の大きさは$B =$〔 1 〕×〔 2 〕となる。ここで，tは時間，I_0は電流の最大値である。このとき，コイル1の誘導起電力は〔 3 〕×〔 4 〕となり，自己インダクタンスは$L =$〔 5 〕と書ける。コイル1に蓄えられるエネルギーは〔 6 〕×〔 7 〕となり，これは磁界のエネルギーに相当し，単位体積あたり〔 8 〕と書ける。また，電流Iを流すには電源の交流電圧を$V =$〔 9 〕×〔 10 〕としなければならない。電源がコイル1に与える電力は〔 11 〕×〔 12 〕で，これが蓄積されてコイル1のエネルギーとなる。この電力の時間平均は〔 13 〕となる。また，コイル2におけるCを基準としたDの誘導起電力は〔 14 〕×Vとなり，相互インダクタンスは〔 15 〕×Lとなる。



〔 1 〕,〔 3 〕,〔 5 〕,〔 6 〕,〔 9 〕,〔 11 〕,〔 13 〕の選択肢

a) 0 b) $\frac{1}{2}\mu n_1$ c) μn_1 d) $\frac{1}{2}\mu n_1 l_1 S$

e) $\mu n_1 l_1 S$ f) $\frac{1}{2}\mu n_1^2 l_1 S$ g) $\mu n_1^2 l_1 S$ h) $\frac{1}{2}\mu n_1 I_0$

i) $\mu n_1 I_0$ j) $\frac{1}{2}\mu n_1 l_1 S I_0$ k) $\mu n_1 l_1 S I_0$ l) $\frac{1}{2}\mu n_1^2 l_1 S I_0$

m) $\mu n_1^2 l_1 S I_0$ n) $\frac{1}{2}\mu n_1^2 \omega l_1 S I_0$ o) $\mu n_1^2 \omega l_1 S I_0$ p) $\frac{1}{2}\mu n_1^2 l_1 S I_0^2$

q) $\mu n_1^2 l_1 S I_0^2$ r) $\frac{1}{2}\mu n_1^2 \omega l_1 S I_0^2$ s) $\mu n_1^2 \omega l_1 S I_0^2$

〔 2 〕,〔 4 〕,〔 7 〕,〔 10 〕,〔 12 〕の選択肢

a) $\sin\frac{\omega t}{2}$ b) $\cos\frac{\omega t}{2}$ c) $\sin\omega t$ d) $\cos\omega t$

e) $\sin\left(\omega t-\frac{\pi}{2}\right)$ f) $\cos\left(\omega t+\frac{\pi}{2}\right)$ g) $\sin 2\omega t$ h) $\cos 2\omega t$

i) $\sin^2\frac{\omega t}{2}$ j) $\cos^2\frac{\omega t}{2}$ k) $\sin^2\omega t$ l) $\cos^2\omega t$

m) $\sin^2 2\omega t$ n) $\cos^2 2\omega t$

〔 8 〕の選択肢

a) $\frac{1}{2}B^2$ b) B^2 c) $2B^2$ d) $\frac{1}{2\mu}B^2$ e) $\frac{1}{\mu}B^2$

f) $\frac{2}{\mu}B^2$ g) $\frac{1}{2}\mu B^2$ h) μB^2 i) $2\mu B^2$ j) $\frac{\mu^2}{2}B^2$

k) $\mu^2 B^2$ l) $2\mu^2 B^2$

〔 14 〕の選択肢

a) 1　b) -1　c) $n_1 l_1$　d) $-n_1 l_1$　e) $n_2 l_2$　f) $-n_2 l_2$

g) $\dfrac{n_1 l_1}{n_2 l_2}$　h) $-\dfrac{n_1 l_1}{n_2 l_2}$　i) $\dfrac{n_2 l_2}{n_1 l_1}$　j) $-\dfrac{n_2 l_2}{n_1 l_1}$

〔 15 〕の選択肢

a) 1　b) $n_1 l_1$　c) $n_2 l_2$　d) $\sqrt{n_1 l_1 n_2 l_2}$　e) $n_1 l_1 n_2 l_2$

f) $\sqrt{\dfrac{n_1 l_1}{n_2 l_2}}$　g) $\sqrt{\dfrac{n_2 l_2}{n_1 l_1}}$　h) $\dfrac{n_1 l_1}{n_2 l_2}$　i) $\dfrac{n_2 l_2}{n_1 l_1}$

以 下 余 白

次頁へ続く

3　図1のように，なめらかに動くピストンを備えたシリンダーを鉛直に配置した。ピストンの下の体積V_0の空間に1モルの単原子分子理想気体が封入され，ピストンの上の空間には同じ体積で密度ρの液体が入っている。それぞれの高さはhである。シリンダー内のヒーターで気体を加熱し，膨張させると，液体がシリンダーの外にこぼれ出て行く。装置の外側の外気圧はP_0である。また，重力加速度をg，気体定数をRとする。ただし，液体の表面張力や，ピストンの質量と厚み，ヒーターの体積は無視する。また，ピストンとシリンダーは断熱材で作られている。

1. 最初，図1のように気体の温度が一定で圧力が$2P_0$でつり合っていたとすると，液体の密度は$\rho=$〔 1 〕×〔 2 〕と表せる。次に，図2のようにヒーターを加熱し気体を膨張させピストンの高さをy（ただし，$y<h$とする）だけ高くして液体を押し出したとき，気体の体積は〔 3 〕×V_0，気体の圧力は〔 4 〕×P_0となる。特に$y=\dfrac{h}{2}$の場合，体積は〔 5 〕×V_0，圧力は〔 6 〕×P_0，温度は〔 7 〕×$\dfrac{P_0V_0}{R}$となる。

2. 上記のように$y=\dfrac{h}{2}$まで気体を膨張させる過程において，横軸を気体の体積V，縦軸を気体の圧力Pとしたときのグラフは〔 8 〕である。グラフからこの過程において気体が外部にした仕事は〔 9 〕×P_0V_0であり，気体の内部エネルギーの変化は〔 10 〕×P_0V_0，ヒーターが気体に与えた熱量は〔 11 〕×P_0V_0であることがわかる。

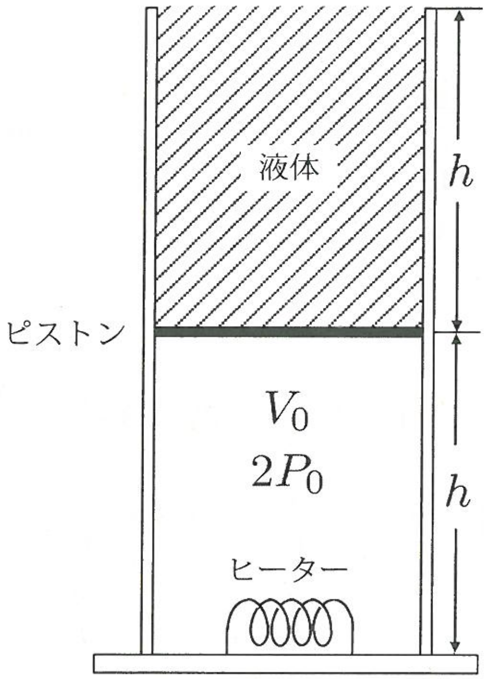


図 1

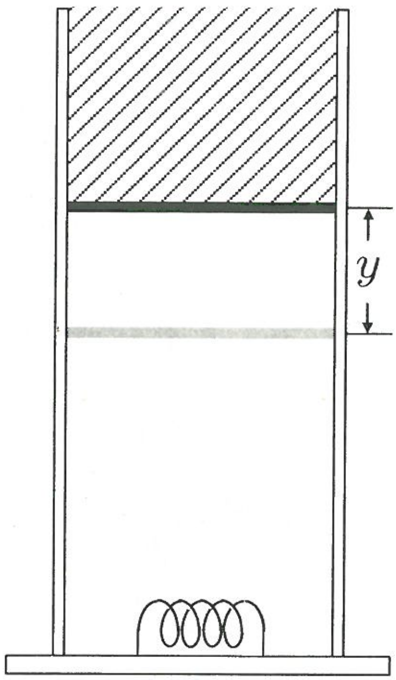


図 2

〔 1 〕,〔 5 〕〜〔 7 〕,〔 9 〕〜〔 11 〕の選択肢

a) 0　b) 1　c) 2　d) $\frac{1}{2}$　e) $\frac{3}{2}$　f) $\frac{5}{2}$

g) $\frac{2}{3}$　h) $\frac{4}{3}$　i) $\frac{5}{3}$　j) $\frac{3}{4}$　k) $\frac{5}{4}$　l) $\frac{7}{4}$

m) $\frac{9}{4}$　n) $\frac{5}{6}$　o) $\frac{7}{6}$　p) $\frac{11}{6}$　q) $\frac{3}{8}$　r) $\frac{5}{8}$

s) $\frac{7}{8}$　t) $\frac{9}{8}$　u) $\frac{11}{8}$　v) $\frac{3}{16}$　w) $\frac{5}{16}$　x) $\frac{7}{16}$

y) $\frac{9}{16}$　z) $\frac{11}{16}$

〔 2 〕の選択肢

a) P_0V_0　b) $\dfrac{P_0V_0}{g}$　c) $\dfrac{P_0V_0}{gh}$　d) P_0　e) $\dfrac{P_0}{g}$　f) $\dfrac{P_0}{gh}$

g) V_0　h) $\dfrac{V_0}{g}$　i) $\dfrac{V_0}{gh}$

〔 3 〕,〔 4 〕の選択肢

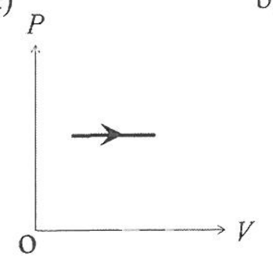
a) $\dfrac{1}{2}+\dfrac{y}{h}$　b) $1+\dfrac{y}{h}$　c) $2+\dfrac{y}{h}$　d) $3+\dfrac{y}{h}$

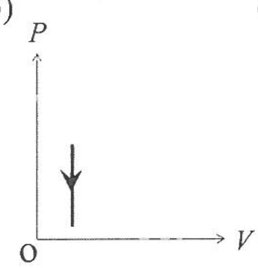
e) $\left(\dfrac{1}{2}+\dfrac{y}{h}\right)^{-1}$　f) $\left(1+\dfrac{y}{h}\right)^{-1}$　g) $\left(2+\dfrac{y}{h}\right)^{-1}$　h) $\left(3+\dfrac{y}{h}\right)^{-1}$

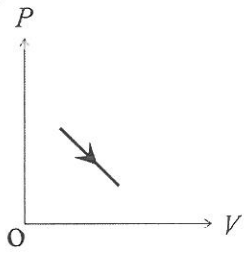
i) $\dfrac{1}{2}-\dfrac{y}{h}$　j) $1-\dfrac{y}{h}$　k) $2-\dfrac{y}{h}$　l) $3-\dfrac{y}{h}$

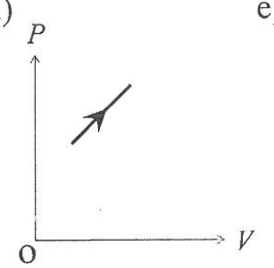
m) $\left(\dfrac{1}{2}-\dfrac{y}{h}\right)^{-1}$　n) $\left(1-\dfrac{y}{h}\right)^{-1}$　o) $\left(2-\dfrac{y}{h}\right)^{-1}$　p) $\left(3-\dfrac{y}{h}\right)^{-1}$

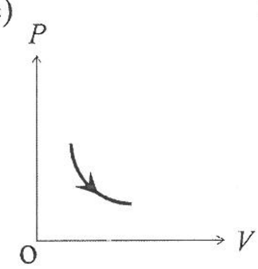
〔 8 〕の選択肢

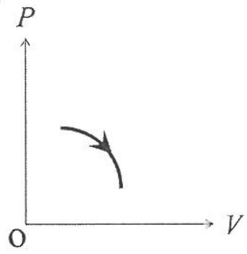
a)


b)


c)


d)


e)


f)


以 下 余 白

次頁へ続く

4 ヒトの目では角膜と水晶体が凸レンズの働きをする。以下ではこれらを「目の凸レンズ」と呼ぶ。物体が目の凸レンズの焦点距離よりも遠くにあるとき，物体からやってきた光を目の凸レンズで屈折させ，目の奥にある網膜上に物体の像を作ることができる。目の凸レンズは一定の焦点距離 f_0 を持つとする。目の凸レンズから網膜までの距離が l（ただし，$l > f_0$）であるような目を持った人が物体を観察する。

1. 図 1 のように，上記の人が物体 A を観察する。目の凸レンズから物体までの距離が $D =$〔 1 〕のときに，物体の像が〔 2 〕として網膜上に作られ，物体が鮮明に見える(ピントが合う)。A の大きさを h とすると，網膜上にできた物体像 A′ の大きさは〔 3 〕$\times h$ となる。

2. 次に，この人が，凸レンズ L を用いて図2のように A を拡大して観察する。L は一定の焦点距離 f を持ち，目の凸レンズと L との距離は f に固定されている。L と物体との距離を a（ただし，$a < f$）とすると，L からの距離 $b =$〔 4 〕の位置に，物体の像 A_0 が〔 5 〕として生じる。上記 1.の結果より，目の凸レンズから物体の像 A_0 までの距離が D であれば物体が鮮明に見える。その場合に網膜上にできた物体像 A″ の大きさは〔 6 〕$\times h$ となる。従って，L の拡大率を，物体像 A″ と A′ の大きさの比と定義すれば，〔 7 〕となる。また，このとき $a =$〔 8 〕である。

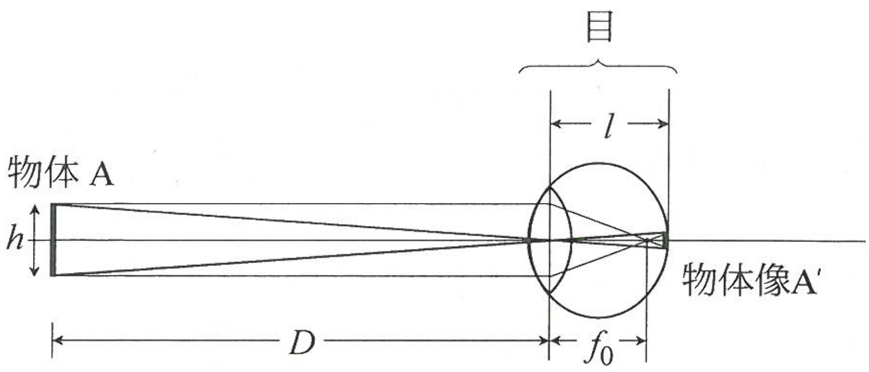


図1

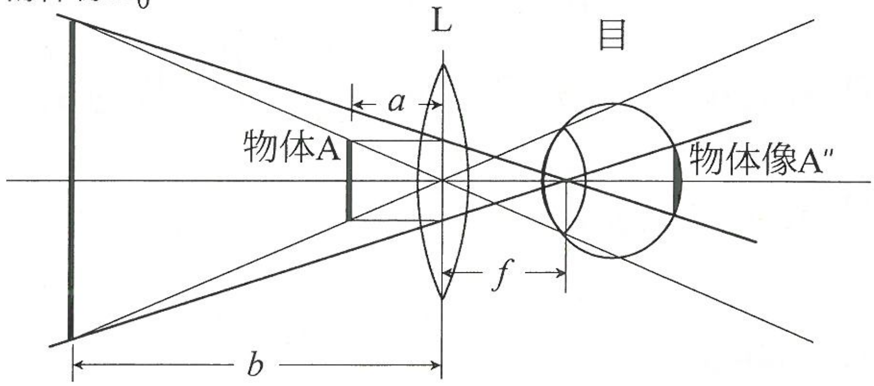


図2

〔 1 〕の選択肢

a) $\dfrac{l(l-f_0)}{f_0}$ b) $\dfrac{l(l+f_0)}{f_0}$ c) $\dfrac{f_0(l-f_0)}{l}$ d) $\dfrac{f_0(l+f_0)}{l}$

e) $\dfrac{lf_0}{l-f_0}$ f) $\dfrac{lf_0}{l+f_0}$ g) $\dfrac{(l+f_0)(l-f_0)}{f_0}$ h) $\dfrac{(l+f_0)(l-f_0)}{l}$

i) $\dfrac{l(l+f_0)}{l-f_0}$ j) $\dfrac{l(l-f_0)}{l+f_0}$ k) $\dfrac{f_0(l+f_0)}{l-f_0}$ l) $\dfrac{f_0(l-f_0)}{l+f_0}$

 AK-J-01

〔 2 〕,〔 5 〕の選択肢

a) 正立の実像　b) 正立の虚像　c) 倒立の実像

d) 倒立の虚像

〔 3 〕の選択肢

a) 1　b) $\dfrac{1}{2}$　c) $\dfrac{D}{l}$　d) $\dfrac{D}{2l}$　e) $\dfrac{l}{D}$

f) $\dfrac{l}{2D}$　g) $\dfrac{D+l}{l}$　h) $\dfrac{D+l}{2l}$　i) $\dfrac{D-l}{l}$　j) $\dfrac{D-l}{2l}$

k) $\dfrac{D+l}{D}$　l) $\dfrac{D+l}{2D}$　m) $\dfrac{D-l}{D}$　n) $\dfrac{D-l}{2D}$　o) $\dfrac{l}{D+l}$

p) $\dfrac{l}{2(D+l)}$　q) $\dfrac{l}{D-l}$　r) $\dfrac{l}{2(D-l)}$　s) $\dfrac{D}{D+l}$　t) $\dfrac{D}{2(D+l)}$

u) $\dfrac{D}{D-l}$　v) $\dfrac{D}{2(D-l)}$

〔 4 〕の選択肢

a) $\dfrac{a(f-a)}{f}$　b) $\dfrac{a(f+a)}{f}$　c) $\dfrac{f(f-a)}{a}$　d) $\dfrac{f(f+a)}{a}$

e) $\dfrac{af}{f-a}$　f) $\dfrac{af}{f+a}$　g) $\dfrac{a(f-a)}{f+a}$　h) $\dfrac{a(f+a)}{f-a}$

i) $\dfrac{f(f-a)}{f+a}$　j) $\dfrac{f(f+a)}{f-a}$　k) $\dfrac{(f+a)(f-a)}{a}$　l) $\dfrac{(f+a)(f-a)}{f}$

〔 6 〕,〔 7 〕の選択肢

a) 1 b) $\dfrac{f}{l}$ c) $\dfrac{D}{l}$ d) $\dfrac{l}{f}$ e) $\dfrac{D}{f}$

f) $\dfrac{l}{D}$ g) $\dfrac{f}{D}$ h) $\dfrac{f}{D+l}$ i) $\dfrac{D}{l+f}$ j) $\dfrac{l}{D+f}$

k) $\dfrac{D+l}{f}$ l) $\dfrac{l+f}{D}$ m) $\dfrac{D+f}{l}$ n) $\dfrac{f}{D-l}$ o) $\dfrac{l}{D-f}$

p) $\dfrac{D-l}{f}$ q) $\dfrac{D-f}{l}$

〔 8 〕の選択肢

a) f b) D c) $D-f$

d) $D+f$ e) $\dfrac{D^2}{f}$ f) $\dfrac{f^2}{D}$

g) $\dfrac{D^2}{D-f}$ h) $\dfrac{D^2}{D+f}$ i) $\dfrac{f^2}{D-f}$

j) $\dfrac{f^2}{D+f}$ k) $\dfrac{f(D-f)}{D}$ l) $\dfrac{f(D+f)}{D}$

m) $\dfrac{D(D-f)}{f}$ n) $\dfrac{D(D+f)}{f}$ o) $\dfrac{D(D-f)}{D+f}$

p) $\dfrac{D(D+f)}{D-f}$ q) $\dfrac{f(D-f)}{D+f}$ r) $\dfrac{f(D+f)}{D-f}$

s) $\dfrac{(D+f)(D-f)}{f}$ t) $\dfrac{(D+f)(D-f)}{D}$