平成29年度　　〔試験時間　80分〕

H3　物　理

この冊子は，物理の問題で1ページより17ページまであります。

〔注　意〕

(1) 試験開始の指示があるまで，この冊子を開いてはいけません。

(2) 監督者から受験番号等記入の指示があったら，解答用マークシートに受験番号と氏名を記入し，さらに受験番号をマークしてください。

(3) 解答は，所定の解答用マークシートにマークしたものだけが採点されます。

(4) 解答用マークシートについて

① 解答用マークシートは，絶対に折り曲げてはいけません。

② マークには黒鉛筆（HBまたはB）を使用してください。
指定の黒鉛筆以外でマークした場合，採点できないことがあります。

③ 誤ってマークした場合は，消しゴムで丁寧に消し，消しくずを完全に取り除いたうえ，新たにマークしてください。

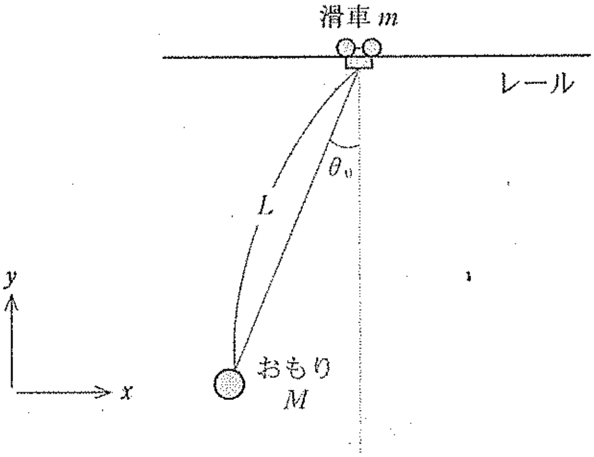
④ 解答欄のマークは，横1行について1箇所に限ります。
2箇所以上マークすると採点されません。
あいまいなマークは無効となるので，はっきりマークしてください。

⑤ 解答用マークシートに記載されている解答上の注意事項を，必ず読んでから解答してください。

(5) 試験開始の指示があったら，初めに問題冊子のページ数を確認してください。
ページの落丁・乱丁，印刷不鮮明等に気づいた場合は，手を挙げて監督者に知らせてください。

(6) 問題冊子は，試験終了後，持ち帰ってください。

1 次の問題の $\boxed{}$ の中に入れるべき正しい答を**解答群**の中から選び，その番号を**解答用マークシート**の指定された欄にマークしなさい。必要なら，同一番号を繰り返し用いてよい。 (25 点)



図

図のように，水平なレール上を移動できる滑車に単振り子が固定されている。滑車の質量を m〔kg〕，振り子のおもりである小球の質量を M〔kg〕($M > m$)，糸の長さを L〔m〕，重力加速度の大きさを g〔m/s^2〕とする。空気抵抗，滑車の大きさ，おもりの大きさ，および糸の質量は無視でき，滑車とレールの摩擦はなく，滑車はなめらかに動くものとする。また，糸は伸び縮みせず，以下の問題において常にたるまない状態を保っているものとする。運動はレールを含む鉛直平面(xy 平面)内でのみ生じるものとして，x 軸，y 軸の正の方向を図に示すようにそれぞれ紙面右向き，紙面上向き(鉛直上方)とする。

◇M15(461—239)

(1) 最初，おもりと滑車は静止している。滑車をその位置に手で固定したまま，おもりを手で移動し，糸が鉛直線と角度 θ_0〔rad〕をなす位置で静止させた(図の状態)。ただし，θ_0 は $\frac{\pi}{2}$ rad よりも小さいものとする。この位置でおもりと滑車をおさえていた両方の手を同時に静かに離すと，両者は xy 平面内で運動をはじめた。このとき，おもりと滑車を合わせた重心に作用する外力の x 方向の成分は $\boxed{(ア)}$ 〔N〕である。糸に沿って滑車の位置から重心までの距離を L_G とすると，$L_G =$ $\boxed{(イ)}$ $\times L$〔m〕である。おもりと滑車が運動しているとき，レールに固定した座標から見たおもりの速度を $\vec{u}$〔m/s〕，滑車の速度を $\vec{v}$〔m/s〕とし，それぞれの大きさを u〔m/s〕，v〔m/s〕とする。$\vec{u}$ の向きはおもりの運動とともに変化する。糸の鉛直線となす角度が θ〔rad〕のとき，運動量保存の法則より v と u との間に $v =$ $\boxed{(ウ)}$ 〔m/s〕という関係がある。さらに力学的エネルギー保存の法則を用いて v を θ，M，m などで表すと，$v =$ $\boxed{(エ)}$ 〔m/s〕となる。$v = 0$ となってから次に $v = 0$ になるまでの間(半周期)に滑車が動く範囲は $\boxed{(オ)}$ $\times L$〔m〕である。

(2)　次に，静止した滑車の真下で静止しているおもりに，x 軸の正の方向に撃力を加えた。これにより，おもりは x 軸の正の向きに大きさ U〔m/s〕の初速度を与えられ，滑車も x 軸の正の方向に動き出した。(1)と同様に，レールに固定した座標から見たおもりの速度を $\vec{u}$〔m/s〕，滑車の速度を $\vec{v}$〔m/s〕とし，それぞれの大きさを u〔m/s〕，v〔m/s〕とする。糸の鉛直線となす角度が θ〔rad〕のとき，運動量保存の法則より U と u，v との間には $U =$ $\boxed{\text{(カ)}}$ という関係がある。重心から見ると，動き出した後の滑車とおもりの運動は(1)と同様に考えることができる。このことと(カ)の関係を用いると，重心の水平方向の速さは $\boxed{\text{(キ)}}$ $\times U$〔m〕と表される。動き出してから最初に糸が鉛直に戻ったときのレールに対するおもりの速さを運動量および力学的エネルギーの保存則より求めると，$u =$ $\boxed{\text{(ク)}}$ $\times U$〔m〕であり，そのときの滑車の速さは $v =$ $\boxed{\text{(ケ)}}$ $\times U$〔m〕である。また，このとき，重心から見たおもりの速さは $\boxed{\text{(コ)}}$ $\times U$〔m〕，滑車の速さは $\boxed{\text{(サ)}}$ $\times U$〔m〕となる。

右のページは白紙です。

(ア)の解答群

0　0	1　$-mg\cos\theta_0$
2　$-Mg\cos\theta_0$	3　$-(m+M)g\cos\theta_0$

(イ), (オ), (キ), (ク), (ケ), (コ), (サ)の解答群

00　$\dfrac{m}{M+m}$	01　$\dfrac{2m}{M+m}$	02　$\dfrac{M}{M+m}$
03　$\dfrac{2M}{M+m}$	04　$\dfrac{M-m}{M+m}$	05　$\dfrac{M+m}{M}$
06　$\dfrac{M+m}{2M}$	07　$\dfrac{M+m}{m}$	08　$\dfrac{M+m}{2m}$
09　$\dfrac{M\sin\theta_0}{M+m}$	10　$\dfrac{2M\sin\theta_0}{M+m}$	11　$\dfrac{m\sin\theta_0}{M+m}$
12　$\dfrac{2m\sin\theta_0}{M+m}$	13　$\dfrac{(M-m)\sin\theta_0}{M+m}$	14　$\dfrac{(M+m)\sin\theta_0}{M}$
15　$\dfrac{(M+m)\sin\theta_0}{2M}$	16　$\dfrac{(M+m)\sin\theta_0}{m}$	17　$\dfrac{(M+m)\sin\theta_0}{2m}$

(ウ)の解答群

0　$\dfrac{mu\cos\theta}{M}$	1　$\dfrac{Mu\cos\theta}{m}$	2　$\dfrac{mu\sin\theta}{M}$	3　$\dfrac{Mu\sin\theta}{m}$

左のページは白紙です。

(エ)の解答群

0 $\sqrt{\dfrac{2MgL}{M+m}}$　　1 $\sqrt{\dfrac{2M^2gL}{m^2+Mm}}$

2 $\sqrt{\dfrac{2M^2gL}{\dfrac{m^2}{\cos^2\theta}+Mm}}$　　3 $\sqrt{\dfrac{2M^2gL}{\dfrac{m^2}{\sin^2\theta}+Mm}}$

4 $\sqrt{\dfrac{2MgL}{\dfrac{M}{\cos^2\theta}+m}}$　　5 $\sqrt{\dfrac{2MgL}{\dfrac{M}{\sin^2\theta}+m}}$

6 $\sqrt{\dfrac{2M^2gL(\cos\theta-\cos\theta_0)}{\dfrac{m^2}{\cos^2\theta}+Mm}}$　　7 $\sqrt{\dfrac{2MgL(\cos\theta-\cos\theta_0)}{\dfrac{M}{\cos^2\theta}+m}}$

8 $\sqrt{\dfrac{2M^2gL(\cos\theta-\cos\theta_0)}{\dfrac{m^2}{\sin^2\theta}+Mm}}$　　9 $\sqrt{\dfrac{2MgL(\cos\theta-\cos\theta_0)}{\dfrac{M}{\sin^2\theta}+m}}$

(カ)の解答群

0 $\dfrac{Mu\sin\theta+mv}{M}$　　1 $\dfrac{Mu\sin\theta+mv}{m}$　　2 $\dfrac{Mu\sin\theta+mv}{M+m}$

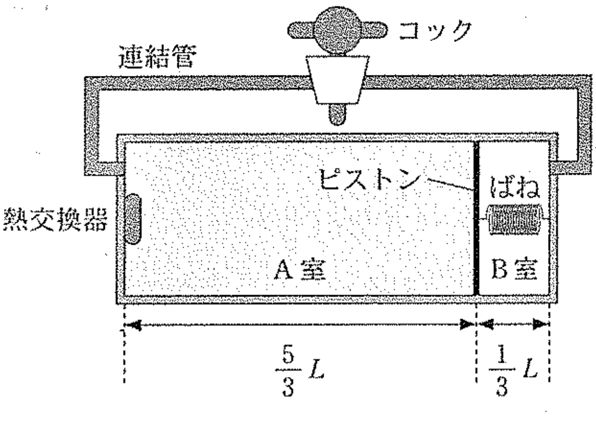
3 $\dfrac{Mu\cos\theta+mv}{M}$　　4 $\dfrac{Mu\cos\theta+mv}{m}$　　5 $\dfrac{Mu\cos\theta+mv}{M+m}$

6 $\dfrac{Mu\cos\theta+mv}{M\cos\theta}$　　7 $\dfrac{Mu\cos\theta+mv}{m\cos\theta}$　　8 $\dfrac{Mu\cos\theta+mv}{(M+m)\cos\theta}$

左のページは白紙です。

2 次の問題の $\boxed{}$ の中に入れるべき正しい答を**解答群**の中から選び，その番号を**解答用マークシート**の指定された欄にマークしなさい。必要なら，同一番号を繰り返し用いてよい。（25 点）

体積 $2\,SL$〔m^3〕の密閉円筒シリンダー内を，断面積 S〔m^2〕のピストンがなめらかに移動できる装置があり，ピストンにより仕切られた円筒シリンダーの左側を A 室，右側を B 室と呼ぶことにする。自然長が L〔m〕でばね定数が k〔N/m〕のばねの両端がピストンと B 室の右壁に取り付けられ，A 室と B 室はコックが取り付けられた連結管で結ばれている。また，A 室には熱交換器が取り付けられていて自由に熱量を出し入れすることができる。ピストン，円筒シリンダー，連結管は断熱材で作られていて外界と熱の出入りはないものとする。図の状態ではコックは閉じられて，B 室は真空であり，A 室に 1 mol の単原子分子理想気体が封じ込められている。このとき，B 室の体積は $\dfrac{SL}{3}$〔m^3〕であり，ばねは自然長から縮んだ状態で弾性エネルギーを蓄えていた。熱交換器と連結管とばねの体積，およびピストンの厚さは無視できるものとし，気体定数を R〔J/(K mol)〕とする。



図

(1)　図の状態において，A 室の気体の圧力 p_0 は $\boxed{\quad(ア)\quad}$ $\times \dfrac{kL}{S}$〔N/m^2〕であり温度 T_0 は $\boxed{\quad(イ)\quad}$ $\times \dfrac{kL^2}{R}$〔K〕である。

(2)　引き続いて，図の状態から始めて，熱交換器により A 室の気体からゆっくりと熱量 $\boxed{\quad(ウ)\quad}$ $\times RT_0$〔J〕を取り去ると，ピストンが移動し B 室の体積が $\dfrac{2SL}{3}$〔m^3〕になった。A 室の気体がした仕事は $\boxed{\quad(エ)\quad}$ $\times RT_0$〔J〕であり，A 室の気体の内部エネルギーの増加量は $\boxed{\quad(オ)\quad}$ $\times RT_0$〔J〕である。

(3)　引き続いて，コックをゆっくり開き，平衡に達するまで十分に待ったところ，ピストンがさらに移動し，B 室には $\boxed{\quad(カ)\quad}$ mol の気体が移り，A 室の圧力は $\boxed{\quad(キ)\quad}$ $\times p_0$〔N/m^2〕になり，B 室の温度は $\boxed{\quad(ク)\quad}$ $\times T_0$〔K〕になった。

(ア)，(イ)，(ウ)，(エ)，(オ)，(カ)，(キ)，(ク)の解答群

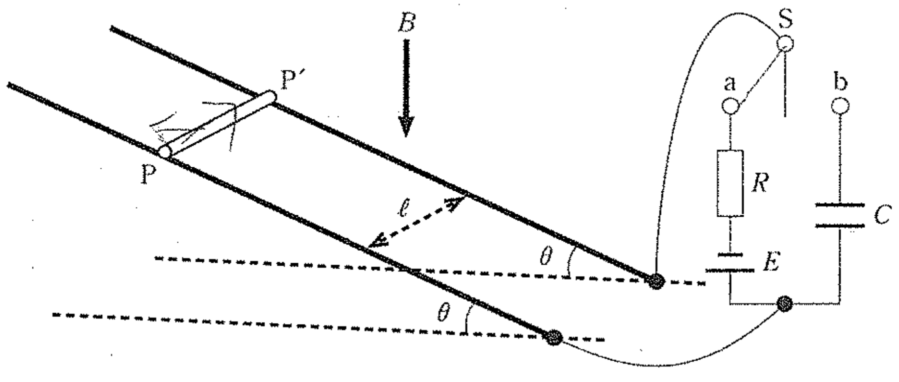
正の値(00～24)と負の値(25～49)はそれぞれ絶対値の大きさ順に並んでいます。

00 $\frac{3}{20}$	01 $\frac{1}{6}$	02 $\frac{1}{5}$	03 $\frac{1}{3}$	04 $\frac{13}{36}$
05 $\frac{2}{5}$	06 $\frac{13}{30}$	07 $\frac{1}{2}$	08 $\frac{3}{5}$	09 $\frac{2}{3}$
10 $\frac{7}{9}$	11 $\frac{4}{5}$	12 $\frac{8}{9}$	13 $\frac{9}{10}$	14 1
15 $\frac{21}{20}$	16 $\frac{10}{9}$	17 $\frac{7}{5}$	18 $\frac{9}{5}$	19 2
20 $\frac{19}{9}$	21 3	22 $\frac{32}{9}$	23 4	24 $\frac{27}{4}$
25 $-\frac{3}{20}$	26 $-\frac{1}{6}$	27 $-\frac{1}{5}$	28 $-\frac{1}{3}$	29 $-\frac{13}{36}$
30 $-\frac{2}{5}$	31 $-\frac{13}{30}$	32 $-\frac{1}{2}$	33 $-\frac{3}{5}$	34 $-\frac{2}{3}$
35 $-\frac{7}{9}$	36 $-\frac{4}{5}$	37 $-\frac{8}{9}$	38 $-\frac{9}{10}$	39 -1
40 $-\frac{21}{20}$	41 $-\frac{10}{9}$	42 $-\frac{7}{5}$	43 $-\frac{9}{5}$	44 -2
45 $-\frac{19}{9}$	46 -3	47 $-\frac{32}{9}$	48 -4	49 $-\frac{27}{4}$

右のページは白紙です。

3 次の問題の $\boxed{}$ の中に入れるべき正しい答を解答群の中から選び，その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。必要なら，同一番号を繰り返し用いてよい。 (25点)

図のように，磁束密度の大きさ B〔T〕の鉛直下向きの一様な磁場(磁界)がある。間隔 ℓ〔m〕の平行な2本の導体レールを，水平面と角度 θ〔rad〕の傾角を持つように固定した。この導体レールに直角にまたがるように，質量 M〔kg〕，長さ ℓ〔m〕の導体棒 PP′ を置いた。電圧の大きさ E〔V〕を自由に設定できる直流定電圧電源，抵抗値が R〔Ω〕の抵抗，電気容量 C〔F〕のコンデンサーおよびスイッチ S からなる回路が，平行レールの下端側につながれている。ただし，重力加速度の大きさを g〔m/s^2〕とし，導体レールおよび導体棒 PP′ の抵抗，導体レールと導体棒 PP′ の接触点における摩擦および抵抗，直流定電圧電源の内部抵抗，回路を流れる電流により生じる磁場は無視できるとする。また，導体棒 PP′ は水平面に常に平行であり導体レールに対して常に直角を保って動くものとし，平行レールは十分に長く，導体棒 PP′ の運動がレールから外れることはないものとする。



図

(1) 最初にスイッチ S は端子 a 側に接続されている。導体棒 PP′ を手で押さえてから電源の電圧 E〔V〕を調整して，そっと手をはなすと，導体棒 PP′ を静止させることができた。この時の電圧は $\boxed{\text{(ア)}}$〔V〕と表せる。

(2) 導体棒 PP′ を手で押さえてから電源の電圧を $\boxed{\text{(ア)}}$ の 2 倍に設定して，そっと手をはなすと，導体棒 PP′ は $\boxed{\text{(イ)}}$ 向きに動き始め，やがて一定の速さ $\boxed{\text{(ウ)}}$ 〔m/s〕で導体レール上を等速運動した。等速運動においては導体棒 PP′ の移動に伴う単位時間当りの位置エネルギーの変化量は $\boxed{\text{(エ)}}$ 〔N m/s〕と表され，直流定電圧電源が単位時間当たりにする仕事は $\boxed{\text{(オ)}}$ 〔J/s〕と表される。

(3) 電源の電圧 E をゼロに設定して，$\boxed{\text{(イ)}}$ の向きと同じ方向に，大きさが 2 × $\boxed{\text{(ウ)}}$ の初速度を導体棒 PP′ に与えた。この場合も導体棒 PP′ はやがて一定の速さで導体レール上を等速運動した。導体レールを昇る方向を正とすると，導体棒 PP′ の速度の時間変化として最も適当なものは(カ)の解答群に示されたグラフのなかの番号が $\boxed{\text{(カ)}}$ の曲線であり，P → P′ の方向を正とすると導体棒 PP′ を流れる電流の時間変化として最も適当なものは(キ)の解答群に示されたグラフのなかの番号が $\boxed{\text{(キ)}}$ の曲線である。

(4) 次に，導体棒 PP′ を手で押さえてから，スイッチ S を端子 b 側に接続した。この時コンデンサーは帯電していない状態であった。そっと手をはなすと，導体棒 PP′ は平行レールを下り始める。ある瞬間に導体棒 PP′ の速度が v〔m/s〕になった時，導体棒を流れる電流を I〔A〕，導体棒の加速度を a〔m/s^2〕とする。コンデンサーの電気量 Q〔C〕は $\boxed{\text{(ク)}}$ × v と表せるので，短い時間 Δt〔s〕の間に，速度が Δv〔m/s〕だけ，電気量が ΔQ〔C〕だけ増えたとすると，$I = \dfrac{\Delta Q}{\Delta t} = \boxed{\text{(ケ)}} \times a$ の関係があることがわかる。導体棒の運動方程式を考えることにより，導体棒は $\boxed{\text{(コ)}}$ 向きに大きさが $\boxed{\text{(サ)}}$ 〔m/s^2〕の加速度を持つ等加速度運動をすることがわかる。

(ア)の解答群

0 $R\dfrac{Mg}{B\ell}\cos\theta$　　1 $R\dfrac{Mg}{B\ell}\sin\theta$　　2 $R\dfrac{Mg}{B\ell}\tan\theta$

3 $2R\dfrac{Mg}{B\ell}\cos\theta$　　4 $2R\dfrac{Mg}{B\ell}\sin\theta$　　5 $2R\dfrac{Mg}{B\ell}\tan\theta$

(イ), (コ)の解答群

0 レールを昇る　　1 レールを下る

(ウ)の解答群

0 $R\dfrac{Mg}{(B\ell)^2}\dfrac{\cos\theta}{\sin^2\theta}$　　1 $R\dfrac{Mg}{(B\ell)^2}\dfrac{\sin\theta}{\cos^2\theta}$　　2 $R\dfrac{Mg}{(B\ell)^2}\tan^2\theta$

3 $2R\dfrac{Mg}{(B\ell)^2}\dfrac{\cos\theta}{\sin^2\theta}$　　4 $2R\dfrac{Mg}{(B\ell)^2}\dfrac{\sin\theta}{\cos^2\theta}$　　5 $2R\dfrac{Mg}{(B\ell)^2}\tan^2\theta$

(エ), (オ)の解答群

00 $R\dfrac{(Mg)^2}{(B\ell)^2}\cos^2\theta$　　01 $R\dfrac{(Mg)^2}{(B\ell)^2}\sin^2\theta$

02 $R\dfrac{(Mg)^2}{(B\ell)^2}\tan^2\theta$　　03 $2R\dfrac{(Mg)^2}{(B\ell)^2}\cos^2\theta$

04 $2R\dfrac{(Mg)^2}{(B\ell)^2}\sin^2\theta$　　05 $2R\dfrac{(Mg)^2}{(B\ell)^2}\tan^2\theta$

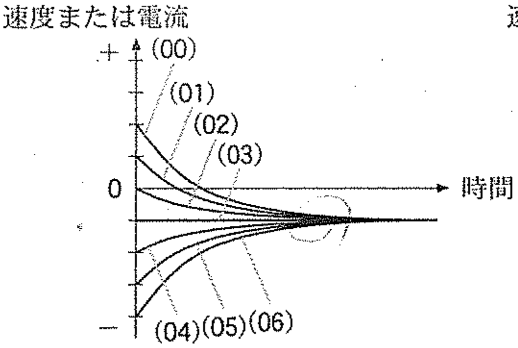
06 $R\dfrac{(Mg)^2}{B\ell}\dfrac{\cos\theta}{\sin^2\theta}$　　07 $R\dfrac{(Mg)^2}{B\ell}\dfrac{\sin\theta}{\cos^2\theta}$

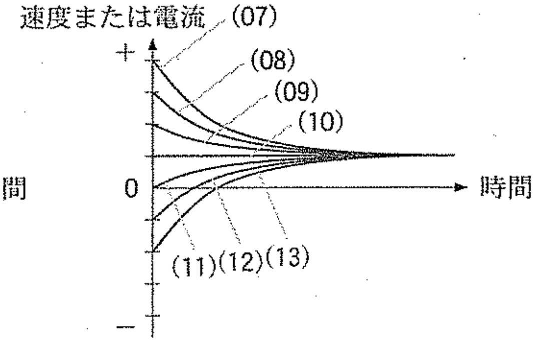
08 $R\dfrac{(Mg)^2}{B\ell}\tan^2\theta$　　09 $2R\dfrac{(Mg)^2}{B\ell}\dfrac{\cos\theta}{\sin^2\theta}$

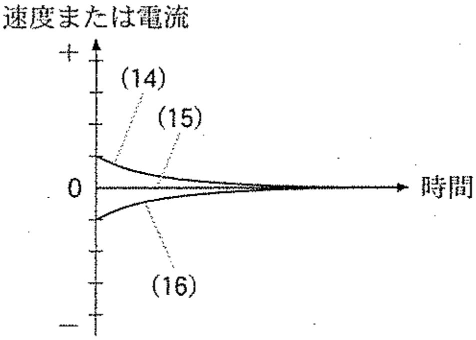
10 $2R\dfrac{(Mg)^2}{B\ell}\dfrac{\sin\theta}{\cos^2\theta}$　　11 $2R\dfrac{(Mg)^2}{B\ell}\tan^2\theta$

右のページは白紙です。

(カ)，(キ)の解答群







(ク)，(ケ)の解答群

0	$CB\ell\cos\theta$	1	$CB\ell\cos^2\theta$	2	$CB\ell\sin\theta$	3	$CB\ell\sin^2\theta$
4	$CB\ell\tan\theta$	5	$CB\ell\tan^2\theta$	6	$\dfrac{CB\ell}{\tan\theta}$	7	$\dfrac{CB\ell}{\tan^2\theta}$

(サ)の解答群

0	$\dfrac{Mg\sin\theta}{M+C(B\ell\sin\theta)^2}$	1	$\dfrac{Mg\sin\theta}{M-C(B\ell\sin\theta)^2}$
2	$\dfrac{Mg\cos\theta}{M+C(B\ell\sin\theta)^2}$	3	$\dfrac{Mg\cos\theta}{M-C(B\ell\sin\theta)^2}$
4	$\dfrac{Mg\sin\theta}{M+C(B\ell\cos\theta)^2}$	5	$\dfrac{Mg\sin\theta}{M-C(B\ell\cos\theta)^2}$
6	$\dfrac{Mg\cos\theta}{M+C(B\ell\cos\theta)^2}$	7	$\dfrac{Mg\cos\theta}{M-C(B\ell\cos\theta)^2}$

右のページは白紙です。

4 次の問題の $\boxed{\quad\quad}$ の中に入れるべき正しい答を**解答群**の中から選び，その番号を**解答用マークシート**の指定された欄にマークしなさい。必要なら，同一番号を繰り返し用いてよい。 (25 点)

空気と液体との間で生じる光の屈折現象を考える。空気と液体の屈折率には波長依存性はないものとし，空気の屈折率を 1 とする。液面は平坦とする。

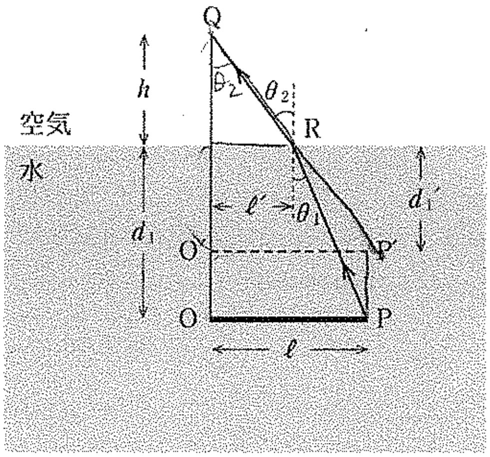


図 1

(1) 図 1 のように，絶対屈折率 $n_1(n_1 > 1)$ の水中で，水面から深さ d_1〔m〕の位置に長さ ℓ〔m〕の棒 OP が水平に置かれている。O の鉛直上方の Q 点からこの物体をながめた。ただし，Q 点の水面からの高さは h〔m〕であり，ℓ は $d_1 + h$ に比べてじゅうぶんに小さいものとする。P 点から出た光が水面の R 点で屈折して Q 点に到達した。ここで，R 点での入射角を θ_1〔rad〕，屈折角を θ_2〔rad〕とすると，水の屈折率 n_1 は $\boxed{(ア)}$ とあらわすことができる。Q 点から見て OP は実際の深さ d_1 よりも浅い位置(O'P')にあるように見える。水面上で線分 OQ と R 点との距離を ℓ'〔m〕とするとき，O'P' の深さ d_1' を d_1，h，ℓ，ℓ' などを用いてあらわすと $\boxed{(イ)}$〔m〕である。いま，θ_1，θ_2 がじゅうぶんに小さく $\cos\theta \fallingdotseq 1$，$\sin\theta \fallingdotseq \tan\theta \fallingdotseq \theta$ と近似できる場合，n_1 を d_1，h，ℓ，ℓ' などを用いて $\boxed{(ウ)}$ とあらわすことができるので，d_1' は $\boxed{(エ)}$ $\times\, d_1$〔m〕となる。

右のページは白紙です。

(2) 今度は，図1で観察点Qを水面直上($h \fallingdotseq 0$)にとる。P点から出た光がR点で全反射する臨界角をθ_{1c}とすると，$\sin\theta_{1c} =$ $\boxed{\text{(オ)}}$ であるので，P点がQ点から見えなくなるのは，$\ell \geqq$ $\boxed{\text{(カ)}}$ $\times\, d_1$〔m〕のときである。次に，図2のように，比重が水よりも軽く水と混ざらない透明な油を，厚さがd_2〔m〕となるように水の上にのせた。油の絶対屈折率を$n_2(> n_1)$とする。このとき，P点から出た光が水面のR点で屈折し，さらに油面のS点で屈折して油面直上のQ点($h \fallingdotseq 0$)に到達したとき，R点での入射角をθ_1'〔rad〕，屈折角をθ_2'〔rad〕，S点での入射角をθ_2'〔rad〕，屈折角をθ_3'〔rad〕とする。P点から出た光がR点で屈折したのち油面のS点で全反射するときのθ_1'，θ_2'をそれぞれθ_{1c}'，θ_{2c}'とすると，$\sin\theta_{1c}' =$ $\boxed{\text{(キ)}}$，$\sin\theta_{2c}' =$ $\boxed{\text{(ク)}}$ であるので，P点がQ点から見えなくなるのは，$\ell \geqq$ $\boxed{\text{(ケ)}}$ 〔m〕のときである。これら油層がない場合とある場合について，θ_{1c}とθ_{1c}'，およびP点がQ点から見えなくなるときの棒の長さをそれぞれ比較すると，大小関係が正しいものは $\boxed{\text{(コ)}}$ である。

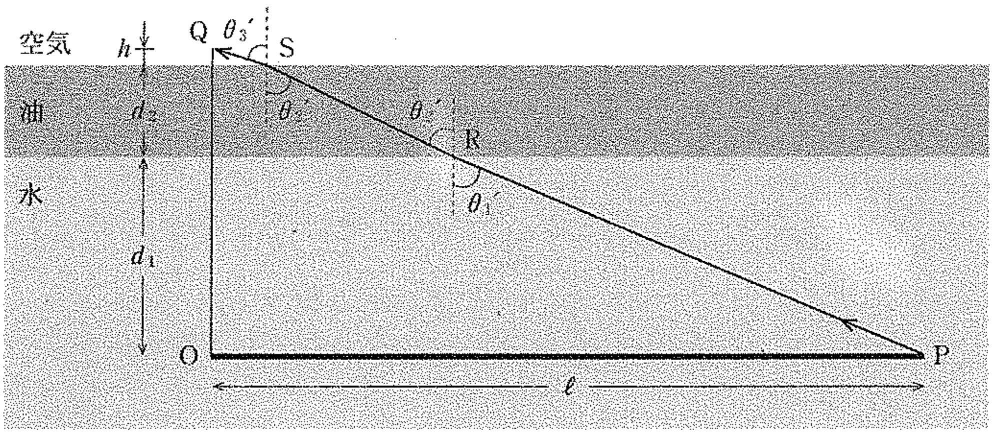


図2

右のページは白紙です。

◇M15(461—252)

(ア)の解答群

0 $\sin\theta_1$　　1 $\sin\theta_2$　　2 $\cos\theta_1$　　3 $\cos\theta_2$

4 $\tan\theta_1$　　5 $\tan\theta_2$　　6 $\dfrac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2}$　　7 $\dfrac{\sin\theta_2}{\sin\theta_1}$

8 $\dfrac{\cos\theta_1}{\cos\theta_2}$　　9 $\dfrac{\cos\theta_2}{\cos\theta_1}$

(イ)の解答群

0 $\dfrac{h\ell'}{\ell}$　　1 $\dfrac{h\ell}{\ell'}$　　2 $\dfrac{d_1\ell'}{h}$

3 $\dfrac{\ell\ell'}{h}$　　4 $\dfrac{h(\ell-\ell')}{\ell}$　　5 $\dfrac{d_1(\ell-\ell')}{\ell}$

6 $\dfrac{h(\ell-\ell')}{\ell'}$　　7 $\dfrac{d_1(\ell-\ell')}{\ell'}$　　8 $\dfrac{d_1h}{\ell-\ell'}$

9 $\dfrac{h\ell'}{\ell-\ell'}$

(ウ)の解答群

0 $\dfrac{h\ell'}{d_1\ell}$　　1 $\dfrac{h\ell}{d_1\ell'}$　　2 $\dfrac{h(\ell-\ell')}{d_1\ell}$

3 $\dfrac{d_1(\ell-\ell')}{h\ell}$　　4 $\dfrac{h(\ell-\ell')}{d_1\ell'}$　　5 $\dfrac{d_1(\ell-\ell')}{h\ell'}$

6 $\dfrac{d_1\ell}{h(\ell-\ell')}$　　7 $\dfrac{h\ell}{d_1(\ell-\ell')}$　　8 $\dfrac{d_1\ell'}{h(\ell-\ell')}$

9 $\dfrac{h\ell'}{d_1(\ell-\ell')}$

(エ), (オ), (カ)の解答群

0 1　　1 n_1　　2 $\dfrac{1}{n_1}$　　3 $\sqrt{n_1^2-1}$

4 $\dfrac{1}{\sqrt{n_1^2-1}}$　　5 $\sqrt{n_1^2+1}$　　6 $\dfrac{1}{\sqrt{n_1^2+1}}$

左のページは白紙です。

(キ), (ク)の解答群

00	1	01	n_1	02	$\dfrac{1}{n_1}$	03	$\sqrt{{n_1}^2 - 1}$
04	$\dfrac{1}{\sqrt{{n_1}^2 - 1}}$	05	$\sqrt{{n_1}^2 + 1}$	06	$\dfrac{1}{\sqrt{{n_1}^2 + 1}}$	07	n_2
08	$\dfrac{1}{n_2}$	09	$\sqrt{{n_2}^2 - 1}$	10	$\dfrac{1}{\sqrt{{n_2}^2 - 1}}$	11	$\sqrt{{n_2}^2 + 1}$
12	$\dfrac{1}{\sqrt{{n_2}^2 + 1}}$	13	$n_1 n_2$	14	$\dfrac{1}{n_1 n_2}$	15	$\sqrt{n_1 n_2 - 1}$
16	$\dfrac{1}{\sqrt{n_1 n_2 - 1}}$	17	$\sqrt{n_1 n_2 + 1}$	18	$\dfrac{1}{\sqrt{n_1 n_2 + 1}}$	19	$\dfrac{n_1}{n_2}$
20	$\dfrac{n_2}{n_1}$						

(ケ)の解答群

00	$d_1\sqrt{{n_1}^2 - 1}$	01	$\dfrac{d_1}{\sqrt{{n_1}^2 - 1}}$
02	$d_1\sqrt{{n_1}^2 + 1}$	03	$\dfrac{d_1}{\sqrt{{n_1}^2 + 1}}$
04	$d_2\sqrt{{n_2}^2 - 1}$	05	$\dfrac{d_2}{\sqrt{{n_2}^2 - 1}}$
06	$d_2\sqrt{{n_2}^2 + 1}$	07	$\dfrac{d_2}{\sqrt{{n_2}^2 + 1}}$
08	$d_1\sqrt{{n_1}^2 - 1} + d_2\sqrt{{n_2}^2 - 1}$	09	$\dfrac{d_1}{\sqrt{{n_1}^2 - 1}} + \dfrac{d_2}{\sqrt{{n_2}^2 - 1}}$
10	$d_1\sqrt{{n_1}^2 + 1} + d_2\sqrt{{n_2}^2 + 1}$	11	$\dfrac{d_1}{\sqrt{{n_1}^2 + 1}} + \dfrac{d_2}{\sqrt{{n_2}^2 + 1}}$
12	$(d_1 + d_2)\sqrt{n_1 n_2 - 1}$	13	$\dfrac{d_1 + d_2}{\sqrt{n_1 n_2 - 1}}$
14	$(d_1 + d_2)\sqrt{n_1 n_2 + 1}$	15	$\dfrac{d_1 + d_2}{\sqrt{n_1 n_2 + 1}}$

左のページは白紙です。

(コ)の解答群

0　水面での臨界角，棒の長さともに油層の有無によらず同じである。

1　水面での臨界角は変化しないが，棒の長さは油層があるほうが短い。

2　水面での臨界角は変化しないが，棒の長さは油層があるほうが長い。

3　棒の長さは同じであるが，水面での臨界角は油層があるほうが小さい。

4　棒の長さは同じであるが，水面での臨界角は油層があるほうが大きい。

5　油層があるほうが，水面での臨界角が小さくなり，棒の長さも短い。

6　油層があるほうが，水面での臨界角が小さくなり，棒の長さは長い。

7　油層があるほうが，水面での臨界角が大きくなり，棒の長さは短い。

8　油層があるほうが，水面での臨界角が大きくなり，棒の長さも長い。

左のページは白紙です。