物　　理

(問　題)

2015年度

〈2015　H27095119〉

注　意　事　項

1. 試験開始の指示があるまで、問題冊子および解答用紙には手を触れないこと。
2. 問題は４～17ページに記載されている。試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁及び解答用紙の汚損等に気付いた場合は、手を挙げて監督員に知らせること。
3. 解答はすべて、ＨＢの黒鉛筆またはＨＢのシャープペンシルで記入すること。
4. マーク解答用紙記入上の注意
   (1) 印刷されている受験番号が、自分の受験番号と一致していることを確認したうえで、氏名欄に氏名を記入すること。
   (2) マーク欄にははっきりとマークすること。また、訂正する場合は、消しゴムで丁寧に、消し残しがないようによく消すこと。

マークする時	●良い	◎悪い	◎悪い
マークを消す時	○良い	◎悪い	◎悪い

5. 解答はすべて所定の解答欄に記入すること。所定欄以外に何かを記入した解答用紙は採点の対象外となる場合がある。
6. 試験終了の指示が出たら、すぐに解答をやめ、筆記用具を置き解答用紙を裏返しにすること。
7. いかなる場合でも、解答用紙は必ず提出すること。

[Ⅰ]

図1のように水平面となす角θの斜面に沿って溝ABがあり，その溝の上端A点に自然長l_0，ばね定数kのばねを固定し他端に質量mの小球をつける。小球は溝に沿って摩擦なしで動き，ばねの質量および，ばねと溝の間の摩擦は無視できるものとする。なお，重力加速度の大きさをgとする。

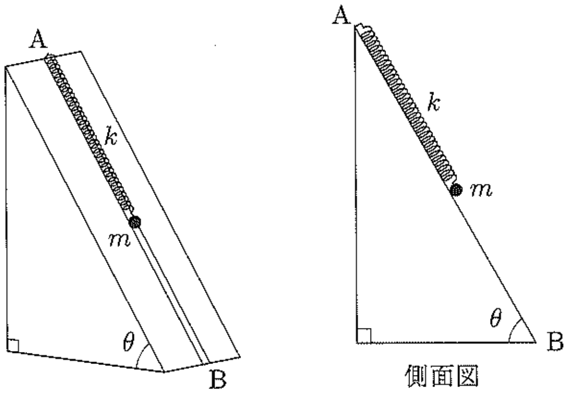

図1

ばねを自然長より$\dfrac{3mg}{2k}$伸ばして静かに手をはなしたところ，小球は単振動を始めた。以下の**問1**～**問3**に答えなさい。

問1　単振動の中心からAまでの距離を求め，以下の中から正しいものを一つ選びなさい。

a. l_0　　b. $l_0+\dfrac{mg}{2k}$　　c. $l_0+\dfrac{mg\sin\theta}{2k}$

d. $l_0+\dfrac{mg\cos\theta}{2k}$　　e. $l_0+\dfrac{3mg}{4k}$　　f. $l_0+\dfrac{3mg\sin\theta}{4k}$

g. $l_0+\dfrac{3mg\cos\theta}{4k}$　　h. $l_0+\dfrac{mg}{k}$　　i. $l_0+\dfrac{mg\sin\theta}{k}$

j. $l_0+\dfrac{mg\cos\theta}{k}$

問2　ばねが自然長より$\dfrac{mg}{k}$伸びている時の小球の速さを求め，以下の中から正しいものを一つ選びなさい。

a. $\dfrac{g}{2}\sqrt{\dfrac{m}{k}}$　　b. $\dfrac{g}{2}\sqrt{\dfrac{m}{k}(1-4\sin\theta)}$　　c. $\dfrac{g}{2}\sqrt{\dfrac{m}{k}(1-4\cos\theta)}$

d. $\dfrac{g}{2}\sqrt{\dfrac{3m}{k}}$　　e. $\dfrac{g}{2}\sqrt{\dfrac{5m}{k}}$　　f. $\dfrac{g}{2}\sqrt{\dfrac{m}{k}(5-4\sin\theta)}$

g. $\dfrac{g}{2}\sqrt{\dfrac{m}{k}(5-4\cos\theta)}$　　h. $\dfrac{g}{2}\sqrt{\dfrac{m}{k}(5\sin^2\theta-4\sin\theta)}$　　i. $\dfrac{g}{2}\sqrt{\dfrac{m}{k}(5\sin^2\theta-4\cos\theta)}$

j. $\dfrac{3g}{2}\sqrt{\dfrac{m}{k}}$　　k. $\dfrac{g}{2}\sqrt{\dfrac{3m}{k}(3-4\sin\theta)}$　　l. $\dfrac{g}{2}\sqrt{\dfrac{3m}{k}(3-4\cos\theta)}$

m. $\dfrac{g}{2}\sqrt{\dfrac{m}{k}(3-2\sin\theta)}$　　n. $\dfrac{g}{2}\sqrt{\dfrac{m}{k}(3-2\cos\theta)}$

問 3　手をはなしてから t 秒後のばねの長さを求め，以下の中から正しいものを一つ選びなさい。

a. $l_0+\dfrac{mg}{k}+\dfrac{mg}{2k}\cos\left(\sqrt{\dfrac{k}{m}}t\right)$

b. $l_0+\dfrac{mg}{k}\sin\theta+\dfrac{mg}{2k}\cos\left(\sqrt{\dfrac{k}{m}}t\right)$

c. $l_0+\dfrac{mg}{k}\cos\theta+\dfrac{mg}{2k}\cos\left(\sqrt{\dfrac{k}{m}}t\right)$

d. $l_0+\dfrac{mg}{k}\sin\theta+\dfrac{mg}{k}\left(\dfrac{3}{2}-\sin\theta\right)\cos\left(\sqrt{\dfrac{k}{m}}t\right)$

e. $l_0+\dfrac{mg}{k}\cos\theta+\dfrac{mg}{k}\left(\dfrac{3}{2}-\cos\theta\right)\cos\left(\sqrt{\dfrac{k}{m}}t\right)$

f. $l_0+\dfrac{mg}{k}\left(\dfrac{3}{2}-\sin\theta\right)\cos\left(\sqrt{\dfrac{k}{m}}t\right)$

g. $l_0+\dfrac{mg}{k}\left(\dfrac{3}{2}-\cos\theta\right)\cos\left(\sqrt{\dfrac{k}{m}}t\right)$

h. $l_0+\dfrac{mg}{k}+\dfrac{mg}{2k}\sin\left(\sqrt{\dfrac{k}{m}}t\right)$

i. $l_0+\dfrac{mg}{k}\sin\theta+\dfrac{mg}{2k}\sin\left(\sqrt{\dfrac{k}{m}}t\right)$

j. $l_0+\dfrac{mg}{k}\cos\theta+\dfrac{mg}{2k}\sin\left(\sqrt{\dfrac{k}{m}}t\right)$

k. $l_0+\dfrac{mg}{k}\sin\theta+\dfrac{mg}{k}\left(\dfrac{3}{2}-\sin\theta\right)\sin\left(\sqrt{\dfrac{k}{m}}t\right)$

l. $l_0+\dfrac{mg}{k}\cos\theta+\dfrac{mg}{k}\left(\dfrac{3}{2}-\cos\theta\right)\sin\left(\sqrt{\dfrac{k}{m}}t\right)$

m. $l_0+\dfrac{mg}{k}\left(\dfrac{3}{2}-\sin\theta\right)\sin\left(\sqrt{\dfrac{k}{m}}t\right)$

n. $l_0+\dfrac{mg}{k}\left(\dfrac{3}{2}-\cos\theta\right)\sin\left(\sqrt{\dfrac{k}{m}}t\right)$

次に図 2 のように溝の上端Aを通る鉛直線を軸にして，斜面が反時計回りに一定の角速度 ω で回転している場合について考える。角速度 ω の値は，小球が溝から浮き上がらない条件を常に満たしている。以下の問 **4** と問 **5** に答えなさい。

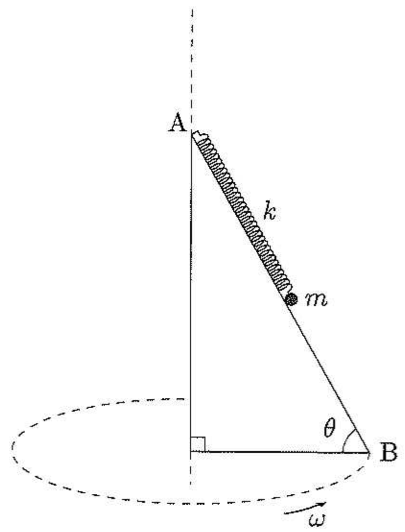

図 2

問 4　小球が斜面に対して静止している時，(1) ばねの長さ，(2) 小球が斜面から受ける垂直抗力の大きさ，を求め，それぞれの選択肢の中から正しいものを一つずつ選びなさい。

(1) の選択肢：

a. $l_0 + \dfrac{m}{k} g \sin\theta$

b. $l_0 + \dfrac{m}{k}(g\sin\theta + l_0\omega^2\cos\theta)$

c. $l_0 + \dfrac{m}{k}(g\sin\theta + l_0\omega^2\sin^2\theta)$

d. $l_0 + \dfrac{m}{k}(g\sin\theta + l_0\omega^2\cos^2\theta)$

e. $l_0 + \dfrac{m}{k}(g\cos\theta + l_0\omega^2\sin^2\theta)$

f. $l_0 + \dfrac{ml_0\omega^2}{k - m\omega^2}$

g. $l_0 + \dfrac{mg\cos\theta + ml_0\omega^2\sin^2\theta}{k - m\omega^2\cos^2\theta}$

h. $l_0 + \dfrac{mg\sin\theta + ml_0\omega^2\sin^2\theta}{k - m\omega^2\sin^2\theta}$

i. $l_0 + \dfrac{mg\sin\theta + ml_0\omega^2\cos^2\theta}{k - m\omega^2\cos^2\theta}$

j. $l_0 + \dfrac{mg\sin\theta + ml_0\omega^2\cos\theta}{k - m\omega^2\cos\theta}$

k. $l_0 + \dfrac{mg\cos\theta + ml_0\omega^2\sin\theta}{k - m\omega^2\sin\theta}$

(2) の選択肢：

a. $mg\sin\theta - ml_0\omega^2\cos\theta$

b. $mg\cos\theta - ml_0\omega^2\sin\theta$

c. $mg\sin\theta - ml_0\omega^2\sin\theta\cos\theta$

d. $mg\cos\theta - ml_0\omega^2\sin\theta\cos\theta$

e. $\dfrac{m\sin\theta}{k}\left\{kg - \omega^2\sin\theta(kl_0 + mg\sin\theta + ml_0\omega^2\cos^2\theta)\right\}$

f. $\dfrac{m\cos\theta}{k}\left\{kg - \omega^2\sin\theta(kl_0 + mg\sin\theta + ml_0\omega^2\cos^2\theta)\right\}$

g. $\dfrac{m\cos\theta}{k}\left\{kg - \omega^2\sin\theta(kl_0 + mg\cos\theta + ml_0\omega^2\sin^2\theta)\right\}$

h. $\dfrac{m\sin\theta(kg - k\omega^2 l_0\sin\theta - mg\omega^2)}{k - m\omega^2\sin^2\theta}$

i. $\dfrac{mg\cos\theta\left\{k - m\omega^2\sin\theta(\sin\theta - \cos\theta)\right\} - m\omega^2 kl_0\sin\theta\cos\theta}{k - m\omega^2\sin^2\theta}$

j. $\dfrac{m\cos\theta(kg - k\omega^2 l_0\sin\theta - mg\omega^2)}{k - m\omega^2\cos^2\theta}$

問 5　問 4 の状態から，小球を斜面に沿って B の方にわずかに Δl だけ動かして静かに手をはなす。手をはなしてから，小球が手をはなした点に再び戻るまでの時間を求め，以下の中から正しいものを一つ選びなさい。

a. $\pi\sqrt{\dfrac{m}{k}}$

b. $2\pi\sqrt{\dfrac{m}{k}}$

c. $\pi\sqrt{\dfrac{m}{k-m\omega^2\cos\theta}}$

d. $\pi\sqrt{\dfrac{m}{k-m\omega^2\cos^2\theta}}$

e. $2\pi\sqrt{\dfrac{m}{k-m\omega^2\cos\theta}}$

f. $2\pi\sqrt{\dfrac{m}{k-m\omega^2\cos^2\theta}}$

g. $\dfrac{2\Delta l}{l_0\omega\cos\theta}$

h. $\dfrac{2\Delta l}{l_0\omega\sin\theta}$

i. $\dfrac{4\Delta l}{l_0\omega\cos\theta}$

j. $\dfrac{4\Delta l}{l_0\omega\sin\theta}$

k. $\dfrac{2\Delta l}{l_0}\sqrt{\dfrac{m}{k}}$

l. $\dfrac{4\Delta l}{l_0}\sqrt{\dfrac{m}{k}}$

m. $\dfrac{2\Delta l}{l_0\cos\theta}\sqrt{\dfrac{m}{k}}$

n. $\dfrac{4\Delta l}{l_0\cos\theta}\sqrt{\dfrac{m}{k}}$

[II]

起電力E_1，E_2の電池1，電池2，電気容量C_1，C_2のコンデンサー1，コンデンサー2，および，スイッチS_1，S_2からなる図1のような回路がある。電池1，電池2の内部抵抗は無視できるものとする。はじめ，コンデンサー1とコンデンサー2は帯電しておらず，スイッチS_1とS_2はともに開いていた。この回路について，以下の問1〜問3に答えなさい。ただし，電荷の移動は瞬時に起こるものとする。

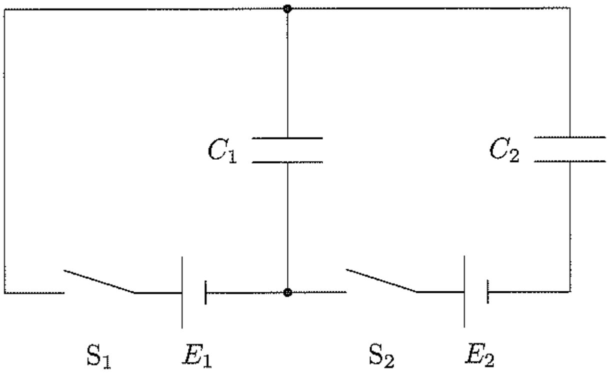

図1

問1　スイッチS_1をいったん閉じてから開き，続けて，スイッチS_2を閉じてから開いた。このとき，コンデンサー2にたくわえられている電気量を求め，以下の中から正しいものを一つ選びなさい。

a. C_2E_2　　b. $C_2(E_2-E_1)$　　c. $C_2(E_1+E_2)$

d. $(C_1+C_2)E_2$　　e. $(C_1+C_2)(E_2-E_1)$　　f. $(C_1+C_2)(E_1+E_2)$

g. $\dfrac{C_1C_2}{C_1+C_2}E_2$　　h. $\dfrac{C_1C_2}{C_1+C_2}(E_2-E_1)$　　i. $\dfrac{C_1C_2}{C_1+C_2}(E_1+E_2)$

j. $\dfrac{C_1C_2}{C_1-C_2}E_2$　　k. $\dfrac{C_1C_2}{C_1-C_2}(E_2-E_1)$　　l. $\dfrac{C_1C_2}{C_1-C_2}(E_1+E_2)$

問 1 のように,「スイッチ S_1 を閉じてから開き，スイッチ S_2 を閉じてから開くこと」をひとつの過程とし，この過程を繰り返すことを考える。

問 2　この過程を何回か繰り返した後に，コンデンサー 2 には，電気量 Q_2 がたくわえられていた。その次に，(1) スイッチ S_1 を閉じた後にコンデンサー 1 にたくわえられている電気量，(2) 続けてスイッチ S_1 を開き，スイッチ S_2 を閉じた後にコンデンサー 2 にたくわえられている電気量，を求め，以下のそれぞれの選択肢の中から正しいものを一つずつ選びなさい。

(1) の選択肢：

a. Q_2　　b. C_1E_1　　c. $C_1E_1+Q_2$

d. $C_1E_1-Q_2$　　e. $(C_1+C_2)E_1$　　f. $(C_1+C_2)\left(E_1+\dfrac{Q_2}{C_2}\right)$

g. $(C_1+C_2)\left(E_1-\dfrac{Q_2}{C_2}\right)$　　h. $C_1\left(E_1+\dfrac{Q_2}{C_2}\right)$　　i. $C_1\left(E_1-\dfrac{Q_2}{C_2}\right)$

j. $\dfrac{C_1C_2}{C_1+C_2}\left(E_1+\dfrac{Q_2}{C_2}\right)$　　k. $\dfrac{C_1C_2}{C_1+C_2}\left(E_1-\dfrac{Q_2}{C_2}\right)$　　l. $\dfrac{C_1C_2}{C_1-C_2}\left(E_1+\dfrac{Q_2}{C_2}\right)$

m. $\dfrac{C_1C_2}{C_1-C_2}\left(E_1-\dfrac{Q_2}{C_2}\right)$

(2) の選択肢：

a. Q_2　　b. $C_2E_2+Q_2$

c. $C_2(E_2-E_1)+Q_2$　　d. $C_2(E_1+E_1)+Q_2$

e. $(C_1+C_2)E_2+Q_2$　　f. $(C_1+C_2)(E_2-E_1)+Q_2$

g. $(C_1+C_2)(E_1+E_2)+Q_2$　　h. $\dfrac{C_2}{C_1+C_2}(C_1E_2+Q_2)$

i. $\dfrac{C_2}{C_1+C_2}\{C_1(E_2-E_1)+Q_2\}$　　j. $\dfrac{C_2}{C_1+C_2}\{C_1(E_1+E_2)+Q_2\}$

k. $\dfrac{C_2}{C_1-C_2}(C_1E_2+Q_2)$　　l. $\dfrac{C_2}{C_1-C_2}\{C_1(E_2-E_1)+Q_2\}$

m. $\dfrac{C_2}{C_1-C_2}\{C_1(E_1+E_2)+Q_2\}$

問 3　はじめの状態から，N 回この過程を繰り返した後に，コンデンサー 2 の両端に生じる電位差を求め，以下の中から正しいものを一つ選びなさい。

a. NE_2

b. $N(E_2 - E_1)$

c. $N(E_1 + E_1)$

d. $N\dfrac{C_1 + C_2}{C_2}E_2$

e. $N\dfrac{C_1 + C_2}{C_2}(E_2 - E_1)$

f. $N\dfrac{C_1 + C_2}{C_2}(E_1 + E_2)$

g. $N\dfrac{C_1}{C_1 + C_2}E_2$

h. $N\dfrac{C_1}{C_1 + C_2}(E_2 - E_1)$

i. $N\dfrac{C_1}{C_1 + C_2}(E_1 + E_2)$

j. $\left\{1 - \left(\dfrac{C_2}{C_1 + C_2}\right)^N\right\}E_2$

k. $\left\{1 - \left(\dfrac{C_2}{C_1 + C_2}\right)^N\right\}(E_2 - E_1)$

l. $\left\{1 - \left(\dfrac{C_2}{C_1 + C_2}\right)^N\right\}(E_1 + E_2)$

m. $\dfrac{C_1}{C_1 - 2C_2}\left\{1 - \left(\dfrac{C_2}{C_1 - C_2}\right)^N\right\}E_2$

n. $\dfrac{C_1}{C_1 - 2C_2}\left\{1 - \left(\dfrac{C_2}{C_1 - C_2}\right)^N\right\}(E_2 - E_1)$

o. $\dfrac{C_1}{C_1 - 2C_2}\left\{1 - \left(\dfrac{C_2}{C_1 - C_2}\right)^N\right\}(E_1 + E_2)$

次に，起電力 E の N 個の電池，電気容量 C の N 個のコンデンサー，抵抗値 R の N 個の抵抗，および，スイッチ S_1，S_2，…，S_N からなる図 2 のような回路を考える。すべての電池の内部抵抗は無視できるものとする。はじめ，すべてのコンデンサーは帯電しておらず，すべてのスイッチは開いていた。

この状態から，スイッチ S_1 を閉じてから開き，続けてスイッチ S_2 を閉じてから開き，…，最後にスイッチ S_N を閉じてから開いた。電荷の移動は瞬時に起こるものとして，以下の**問 4** と**問 5** に答えなさい。

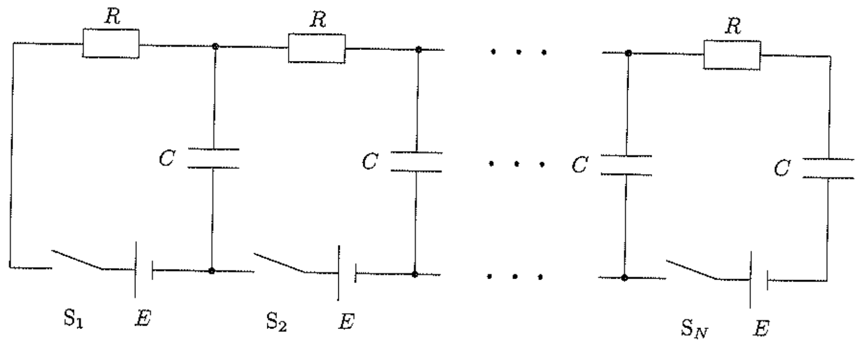

図 2

問 4　最終的に図 2 の右端にあるコンデンサーにたくわえられている電気量について，以下の中から正しいものを一つ選びなさい。

a. 0　　b. $\dfrac{CE}{2}$　　c. CE

d. $2CE$　　e. $4CE$　　f. $\dfrac{NCE}{2}$

g. NCE　　h. $2NCE$　　i. $4NCE$

j. $\dfrac{1}{2}\left\{1-\left(\dfrac{1}{2}\right)^N\right\}CE$　　k. $\left\{1-\left(\dfrac{1}{2}\right)^N\right\}CE$　　l. $2\left\{1-\left(\dfrac{1}{2}\right)^N\right\}CE$

問 5　はじめの状態から，最後にスイッチ S_N を閉じてから開くまで，全抵抗で発生するジュール熱の和について，以下の中から正しいものを一つ選びなさい。

a. 0

b. $\dfrac{NE^2}{2R}$

c. $\dfrac{NE^2}{R}$

d. $\dfrac{2NE^2}{R}$

e. $\dfrac{NCE^2}{2}$

f. NCE^2

g. $2NCE^2$

h. $\dfrac{1}{2}\left(N-\dfrac{1}{2}\right)CE^2$

i. $\left(N-\dfrac{1}{2}\right)CE^2$

j. $2\left(N-\dfrac{1}{2}\right)CE^2$

k. $\dfrac{1}{2}\left\{1-\left(\dfrac{1}{2}\right)^N\right\}NCE^2$

l. $\left\{1-\left(\dfrac{1}{2}\right)^N\right\}NCE^2$

m. $2\left\{1-\left(\dfrac{1}{2}\right)^N\right\}NCE^2$

n. $\dfrac{1}{2}\left\{1-\left(\dfrac{1}{2}\right)^N\right\}\left(N-\dfrac{1}{2}\right)CE^2$

o. $\left\{1-\left(\dfrac{1}{2}\right)^N\right\}\left(N-\dfrac{1}{2}\right)CE^2$

p. $2\left\{1-\left(\dfrac{1}{2}\right)^N\right\}\left(N-\dfrac{1}{2}\right)CE^2$

［Ⅲ］

図1のように，スリットS_1，S_2を持つ不透明な板から距離L離れたところに，板と平行にスクリーンが置かれている。波長λの単色光の平面波をスリットS_1，S_2に垂直に入射させると，スクリーン上に明暗の縞が生じ，ほぼ等間隔に明線が観測された。S_1，S_2の中点を通り板に垂直な直線がスクリーンと交わる点を点Oとする。S_1とS_2の間隔をdとする。スクリーン上にx軸をとり，点Oを原点として，図の上方向を正とし，明線の位置をxで表す。ただし，Lはdや$|x|$に比べて十分大きいとする。なお，$|h|$が1に比べて十分小さいときに成立する近似式$\sqrt{1+h} \fallingdotseq 1+\dfrac{h}{2}$を用いてよい。

以下の**問1**と**問2**に答えなさい。

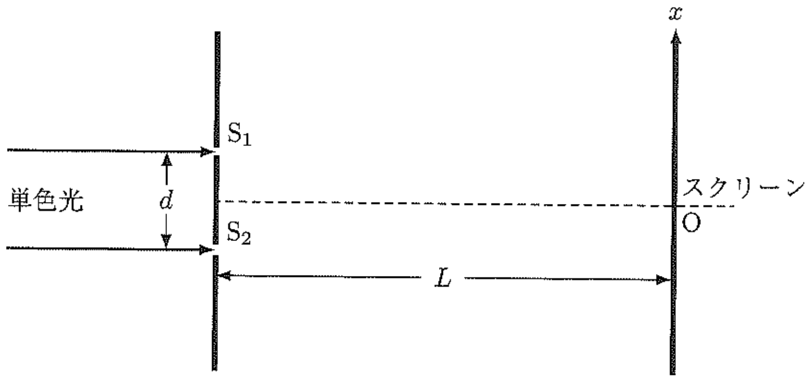

図1

問1　上記の実験を屈折率1.0の空気中で行った。スクリーン上の隣り合う明線の間隔について，以下の中からもっともふさわしいものを一つ選びなさい。

a. $\dfrac{L\lambda}{2d}$　　b. $\dfrac{d\lambda}{2L}$　　c. $\dfrac{dL}{2\lambda}$

d. $\dfrac{L\lambda}{d}$　　e. $\dfrac{d\lambda}{L}$　　f. $\dfrac{dL}{\lambda}$

g. $\dfrac{2L\lambda}{d}$　　h. $\dfrac{2d\lambda}{L}$　　i. $\dfrac{2dL}{\lambda}$

問2　板とスクリーンの間を屈折率nの物質で満たして同様の実験を行ったとき，隣り合う明線の間隔について，以下の中からもっともふさわしいものを一つ選びなさい。

a. $\dfrac{L\lambda}{2dn}$　　b. $\dfrac{d\lambda}{2nL}$　　c. $\dfrac{dL}{2n\lambda}$　　d. $\dfrac{nL\lambda}{2d}$

e. $\dfrac{dn\lambda}{2L}$　　f. $\dfrac{dnL}{2\lambda}$　　g. $\dfrac{L\lambda}{dn}$　　h. $\dfrac{d\lambda}{Ln}$

i. $\dfrac{dL}{n\lambda}$　　j. $\dfrac{nL\lambda}{d}$　　k. $\dfrac{dn\lambda}{L}$　　l. $\dfrac{dnL}{\lambda}$

再び屈折率 1.0 の空気中で実験を行った。図 2 のように，スリット S_1 の前のみに屈折率 n，厚さ t の透明板を置くと，スクリーン上の明線の位置が，透明板を置かない場合と比べてずれるのが観測された。以下の**問 3** に答えなさい。

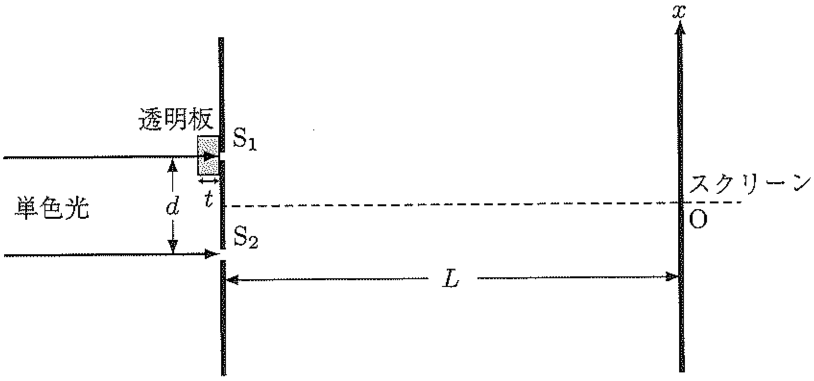

図 2

問 3　透明板を置く前にスクリーン上の点 O の位置にあった明線は，透明板を置くと，スクリーン上を図の上下どちら側にずれるか。また，ずれの大きさを X としたときに，透明板の厚さ t はいくらか。明線の位置がずれる方向と透明板の厚さ t について，以下の中からもっともふさわしい組の選択肢を一つ選びなさい。

a. 明線は上にずれる。$t = \dfrac{dX}{(n-1)L}$

b. 明線は上にずれる。$t = \dfrac{dL}{(n-1)X}$

c. 明線は上にずれる。$t = \dfrac{LX}{(n-1)d}$

d. 明線は上にずれる。$t = \dfrac{(n-1)dX}{L}$

e. 明線は上にずれる。$t = \dfrac{(n-1)dL}{X}$

f. 明線は上にずれる。$t = \dfrac{(n-1)LX}{d}$

g. 明線は下にずれる。$t = \dfrac{dX}{(n-1)L}$

h. 明線は下にずれる。$t = \dfrac{dL}{(n-1)X}$

i. 明線は下にずれる。$t = \dfrac{LX}{(n-1)d}$

j. 明線は下にずれる。$t = \dfrac{(n-1)dX}{L}$

k. 明線は下にずれる。$t = \dfrac{(n-1)dL}{X}$

l. 明線は下にずれる。$t = \dfrac{(n-1)LX}{d}$

単色光（可視光線）の平面波を回折格子の面に垂直に入射させると，回折格子から十分遠方のスクリーン上に明暗の縞が観測された。図3は，ある明線の位置をPとしたときに点Pに到達する光線の様子を描いた図である。回折格子の格子定数（スリットの間隔）はdで，回折格子からスクリーンまでの距離Lはdに比べて十分大きいとする。このとき回折格子の各スリットを通ってスクリーン上の点Pに向かう光はすべて平行とみなせる。これらの光が入射光の進行方向となす角をθとする。空気の屈折率は1.0とする。

以下の問4に答えなさい。

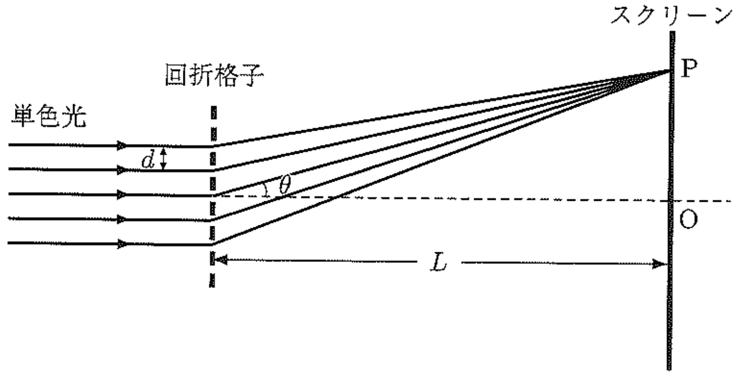

図3

問4　格子定数$d = 5.0 \times 10^{-5}\,\mathrm{m}$のとき，$\theta = 2.0 \times 10^{-2}\,\mathrm{rad}$の方向に明線が観測された。このときの光の波長について，以下の中からもっとも近いものを一つ選びなさい。なお，可視光線の波長は約$3.8 \times 10^{-7}\,\mathrm{m}$〜約$7.7 \times 10^{-7}\,\mathrm{m}$である。$\sin\theta \fallingdotseq \theta$，$\cos\theta \fallingdotseq 1 - \dfrac{\theta^2}{2}$という近似が使えるものとする。

a. $4.0 \times 10^{-7}\,\mathrm{m}$　b. $4.2 \times 10^{-7}\,\mathrm{m}$　c. $4.5 \times 10^{-7}\,\mathrm{m}$　d. $5.0 \times 10^{-7}\,\mathrm{m}$

e. $5.2 \times 10^{-7}\,\mathrm{m}$　f. $5.5 \times 10^{-7}\,\mathrm{m}$　g. $6.0 \times 10^{-7}\,\mathrm{m}$　h. $6.2 \times 10^{-7}\,\mathrm{m}$

i. $6.5 \times 10^{-7}\,\mathrm{m}$　j. $7.0 \times 10^{-7}\,\mathrm{m}$　k. $7.2 \times 10^{-7}\,\mathrm{m}$　l. $7.5 \times 10^{-7}\,\mathrm{m}$

スリットが一つの単スリットにおいても明暗の縞模様ができる。それについて考えてみよう。

図4のように，波長 λ の単色光の平面波が幅 D の単スリットに垂直に入射したとき，ホイヘンスの原理によりスリット内の各点を波源とする素元波が出て，互いに干渉する。ここではスリットを6等分して考える。スリットの両端を A_0，A_6 とし，スリットを6等分する点を A_1，A_2，A_3，A_4，A_5 とする。スリットからスクリーンまでの距離 L は D に比べて十分大きいとする。

スクリーンでは点Oの位置で光の強度が最大となる。点Oから遠ざかると強度が減少し，点 P_1 で強度が0となる。さらに点Oから遠ざかると少し強度が増加するが，点 P_2 で再び強度は0となる。そのように光の強度は増減を繰り返す。なお，図4の曲線は光の強度が増減を繰り返すことを示すために描かれたものであり，強度の値や点 P_1, P_2, P_3 の位置を正確に示すものではない。

以下の問**5**と問**6**に答えなさい。

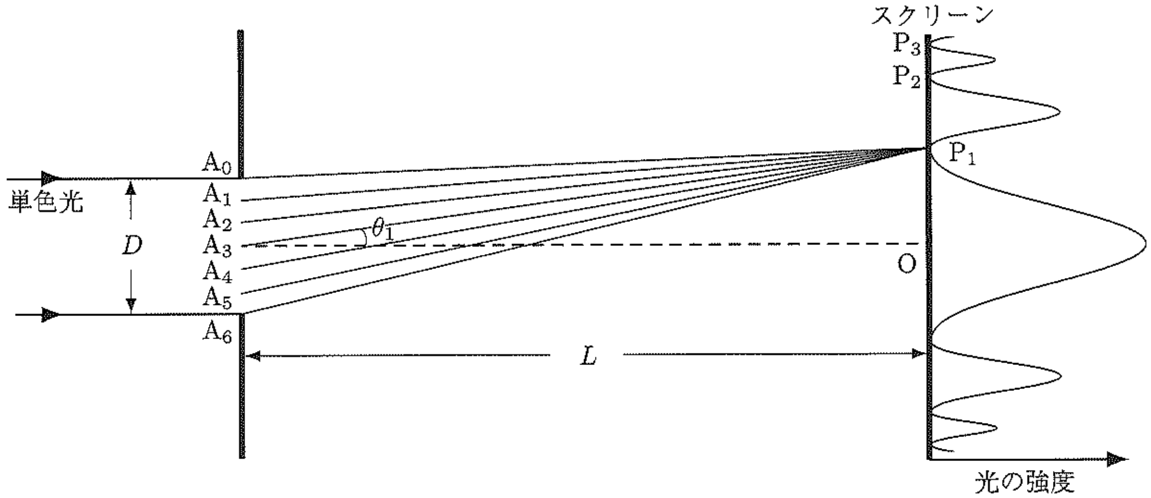

図4

問5　点 P_1 に現れる暗い線はスリット上半分の A_0～A_3 の部分からの光と，スリット下半分の A_3～A_6 の部分からの光が打ち消し合って暗くなっていると考えられる。たとえば A_0 からの素元波と A_3 からの素元波が点 P_1 で打ち消し合い，A_1 からの素元波と A_4 からの素元波も点 P_1 で互いに打ち消し合っている。A_2 からの素元波と A_5 からの素元波についても同様である。そのようにスリット上半分からの光と下半分からの光が点 P_1 で打ち消し合い，点 P_1 での光の強度が0となるのである。なお，A_0～A_6 の各点から点 P_1 に向かう直線はすべて平行であるとみなすことができ，それらが入射光の進行方向となす角を θ_1 とする。点 P_1 での光の強度が0となるときの条件について，以下の中から正しいものを一つ選びなさい。

a. $D\sin\theta_1 = \dfrac{\lambda}{2}$　　b. $D\cos\theta_1 = \dfrac{\lambda}{2}$　　c. $\lambda\sin\theta_1 = \dfrac{D}{2}$　　d. $\lambda\cos\theta_1 = \dfrac{D}{2}$

e. $D\sin\theta_1 = \lambda$　　f. $D\cos\theta_1 = \lambda$　　g. $\lambda\sin\theta_1 = D$　　h. $\lambda\cos\theta_1 = D$

i. $D\sin\theta_1 = \dfrac{3\lambda}{2}$　　j. $D\cos\theta_1 = \dfrac{3\lambda}{2}$　　k. $\lambda\sin\theta_1 = \dfrac{3D}{2}$　　l. $\lambda\cos\theta_1 = \dfrac{3D}{2}$

m. $D\sin\theta_1 = 2\lambda$　　n. $D\cos\theta_1 = 2\lambda$　　o. $\lambda\sin\theta_1 = 2D$　　p. $\lambda\cos\theta_1 = 2D$

問 6　点 O の明線から数えて 3 番目の暗線の位置である点 P_3 では，A_0～A_1 の部分からの光と A_1～A_2 の部分からの光が打ち消し合う。同様に，A_2～A_3 の部分からの光と A_3～A_4 の部分からの光が打ち消し合い，A_4～A_5 の部分からの光と A_5～A_6 の部分からの光が打ち消し合う。このようにしてスリットを通過した光が全体として打ち消し合う。なお，A_0～A_6 の各点から点 P_3 に向かう直線はすべて平行であるとみなすことができ，それらが入射光の進行方向となす角を θ_3 とする。点 P_3 での光の強度が 0 となるときの条件について，以下の中から正しいものを一つ選びなさい。

a. $D\sin\theta_3 = \dfrac{3\lambda}{2}$	b. $D\cos\theta_3 = \dfrac{3\lambda}{2}$	c. $\lambda\sin\theta_3 = \dfrac{3D}{2}$	d. $\lambda\cos\theta_3 = \dfrac{3D}{2}$
e. $D\sin\theta_3 = 2\lambda$	f. $D\cos\theta_3 = 2\lambda$	g. $\lambda\sin\theta_3 = 2D$	h. $\lambda\cos\theta_3 = 2D$
i. $D\sin\theta_3 = \dfrac{5\lambda}{2}$	j. $D\cos\theta_3 = \dfrac{5\lambda}{2}$	k. $\lambda\sin\theta_3 = \dfrac{5D}{2}$	l. $\lambda\cos\theta_3 = \dfrac{5D}{2}$
m. $D\sin\theta_3 = 3\lambda$	n. $D\cos\theta_3 = 3\lambda$	o. $\lambda\sin\theta_3 = 3D$	p. $\lambda\cos\theta_3 = 3D$

［以 下 余 白］