明治大学
理工学部

ひ

理　科　問　題

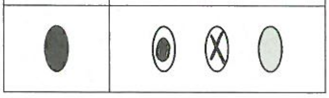
注　意

1. この問題冊子は48ページあります。解答用紙には，表と裏があります。
2. あなたの受験番号は解答用紙に印刷されています。印刷されている受験番号と，受験票の受験番号が一致していることを確認しなさい。
3. 解答用紙の所定の欄に氏名を記入しなさい。
4. 問題は物理３題(Ａ，Ｂ，Ｃ)，化学３題(Ｄ，Ｅ，Ｆ)の合計６題からなっています。
5. この６題のうちから３題を任意に選択して解答しなさい。
   ４題以上解答した場合には，すべての解答が無効になります。
6. 解答はすべて解答用紙の所定の欄にマークするか，または所定の欄に書きなさい。
7. １問につき２つ以上マークしないこと。２つ以上マークした場合には，その解答は無効になります。
8. 解答は，必ず鉛筆またはシャープペンシル(いずれもHB・黒)で記入しなさい。
9. 訂正するときは，消しゴムできれいに消し，消しクズを残さないこと。
10. 解答用紙は，絶対に汚したり折り曲げたりしないこと。また，所定の欄以外には絶対に記入しないこと。
11. 解答用紙は必ず提出しなさい。
12. 試験時間は80分です。

※　この問題冊子は必ず持ち帰りなさい。

(マーク記入例)

良い例	悪　い　例



物　　理

〔A〕　次の文中の $\boxed{\text{ア}}$ ～ $\boxed{\text{ケ}}$ に最も適するものをそれぞれの解答群から一つ選び，解答用紙の所定の欄にその記号をマークせよ。また，空欄 $\boxed{\text{a}}$ に適する式を解答用紙の所定の欄に記入せよ。

以下では，質量が無視できる，自然の長さ ℓ_0，ばね定数 k のばね，また，質量 m の小物体を用いる。重力加速度の大きさを g とする。

(1)　図1のように，なめらかな斜面をもつ台を水平な床STに置き，台の最上部にばねの一端を固定し，他端に小物体を斜面に接するようにつないだ。斜面と鉛直面とのなす角を θ とする。以下で考える小物体の運動は紙面内に限られる。

はじめに台を床に固定した。ばねは自然の長さから $\boxed{\text{ア}}$ だけ伸びてつり合った。そのつり合っている小物体の位置をPとする。その状態からばねを自然の長さにもどして静かにはなすと，小物体は斜面上で周期 $\boxed{\text{イ}}$ の単振動を行った。このとき，ばねの伸びの最大値は $\boxed{\text{ウ}}$ であり，小物体が位置Pを通過するときの速さは $\boxed{\text{エ}}$ である。

つぎに，台を床にそって動かせるようにした。この小物体を位置Pで静止させておき，床上で台をTからSの方向に大きさ A の加速度で動かした。台とともに動く観測者から見ると小物体には慣性力がはたらくので，斜面に

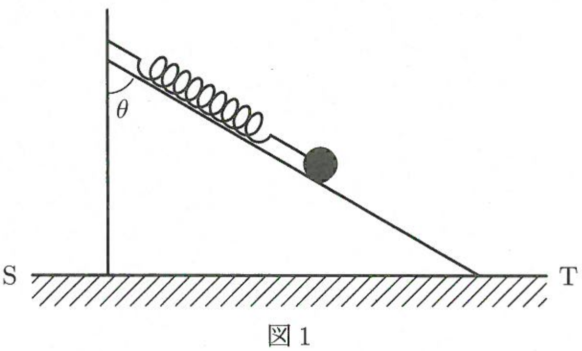


図1

沿って下方にばねが伸び，小物体はある位置Qを中心にして斜面上で単振動をした。Qは，ばねがPからさらに $\boxed{\quad オ \quad}$ だけ伸びた位置である。この単振動をしているとき，ばねの伸びの最大値は $\boxed{\quad カ \quad}$ である。小物体が斜面に沿った運動を続けるためには，加速度の大きさ A は $\boxed{\quad a \quad}$ 以下でなければならない。

小物体が単振動をして，ばねが最も伸びた位置にきたときに，加速度を0にして，台が一定の速さで動くようにした。その後，小物体が位置Pを通過するときの速さは，台とともに動く観測者から見て $\boxed{\quad キ \quad}$ である。

(2) 内側がなめらかで小物体がぴったり入る大きさの筒を用意した。その中に小物体をつないだばねを入れ，ばねの一端を筒の端に固定した。図2のように，筒を鉛直線から角度 θ だけ傾けて，筒の端を中心にして鉛直線のまわりに回転させる。筒と小物体が静止している状態から回転を始め，一定の角速度 ω になったとき，小物体は筒の中である位置を中心に単振動をしていた。このとき筒とともに回転する観測者から見ると，小物体には遠心力がはたらいている。ばねの長さ方向について運動方程式をたてると，小物体が単振動の中心にあるときのばねの長さは $\boxed{\quad ク \quad}$ であり，単振動の周期は $\boxed{\quad ケ \quad}$ であることがわかる。ただし，$k > m\omega^2$ とし，小物体が筒から飛び出すことはない。また，筒とともに回転する観測者から見た慣性力としては遠心力のみを考えればよい。

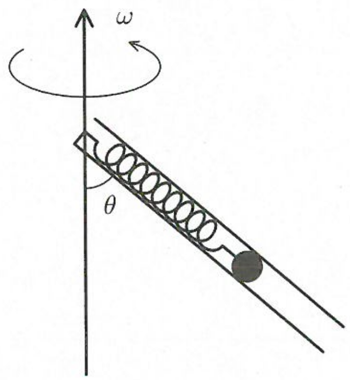


図2

$\boxed{\text{ア}}$, $\boxed{\text{ウ}}$ の解答群

① $\dfrac{mg}{k}$　② $\dfrac{2mg}{k}$　③ $\dfrac{mg\cos\theta}{k}$

④ $\dfrac{mg\sin\theta}{k}$　⑤ $\dfrac{2mg\cos\theta}{k}$　⑥ $\dfrac{2mg\sin\theta}{k}$

⑦ $\ell_0+\dfrac{2mg\cos\theta}{k}$　⑧ $\ell_0+\dfrac{2mg\sin\theta}{k}$　⑨ $\ell_0+\dfrac{2mg}{k}$

$\boxed{\text{イ}}$ の解答群

① $2\pi\sqrt{\dfrac{m}{k}}$　② $2\pi\sqrt{\dfrac{k}{m}}$　③ $2\pi\sqrt{\dfrac{m\cos\theta}{k}}$

④ $2\pi\sqrt{\dfrac{k}{m\cos\theta}}$　⑤ $2\pi\sqrt{\dfrac{m\sin\theta}{k}}$　⑥ $2\pi\sqrt{\dfrac{k}{m\sin\theta}}$

$\boxed{\text{エ}}$ の解答群

① $\sqrt{\dfrac{m}{k}}\,g$　② $\sqrt{\dfrac{2m}{k}}\,g$　③ $\sqrt{\dfrac{3m}{k}}\,g$

④ $\sqrt{\dfrac{m}{k}}\,g\cos\theta$　⑤ $\sqrt{\dfrac{m}{k}}\,g\sin\theta$　⑥ $\sqrt{\dfrac{2m}{k}}\,g\cos\theta$

⑦ $\sqrt{\dfrac{2m}{k}}\,g\sin\theta$　⑧ $\sqrt{\dfrac{3m}{k}}\,g\cos\theta$　⑨ $\sqrt{\dfrac{3m}{k}}\,g\sin\theta$

$\boxed{\text{オ}}$ の解答群

① $\dfrac{mA}{k}$　② $\dfrac{2mA}{k}$　③ $\dfrac{mA+mg}{k}$

④ $\dfrac{mA\sin\theta}{k}$　⑤ $\dfrac{mA\cos\theta}{k}$　⑥ $\dfrac{mA\tan\theta}{k}$

$\boxed{\text{カ}}$ の解答群

① $\dfrac{1}{k}(mg+mA)$　② $\dfrac{1}{k}(2mg+2mA)$

③ $\dfrac{1}{k}(mg\cos\theta+mA\sin\theta)$　④ $\dfrac{1}{k}(mg\sin\theta+mA\cos\theta)$

⑤ $\dfrac{1}{k}(2mg\cos\theta+mA\sin\theta)$　⑥ $\dfrac{1}{k}(2mg\sin\theta+mA\cos\theta)$

⑦ $\dfrac{1}{k}(mg\cos\theta+2mA\sin\theta)$　⑧ $\dfrac{1}{k}(mg\sin\theta+2mA\cos\theta)$

$\boxed{\text{キ}}$ の解答群

① $\sqrt{\dfrac{2m}{k}}\,A\cos\theta$　② $\sqrt{\dfrac{2m}{k}}\,A\sin\theta$　③ $\sqrt{\dfrac{3m}{k}}\,A\cos\theta$

④ $\sqrt{\dfrac{3m}{k}}\,A\sin\theta$　⑤ $\sqrt{\dfrac{4m}{k}}\,A\cos\theta$　⑥ $\sqrt{\dfrac{4m}{k}}\,A\sin\theta$

⑦ $\sqrt{\dfrac{2m}{k}}\,\sqrt{A^2+g^2}\cos\theta$　⑧ $\sqrt{\dfrac{2m}{k}}\,\sqrt{A^2+g^2}\sin\theta$

$\boxed{\text{ク}}$ の解答群

① $\dfrac{k\ell_0 + mg\cos\theta}{k - m\omega^2\sin\theta}$　　② $\dfrac{k\ell_0 + mg\sin\theta}{k - m\omega^2\sin\theta}$

③ $\dfrac{k\ell_0 + mg\cos\theta}{k - m\omega^2\sin^2\theta}$　　④ $\dfrac{k\ell_0 + mg\sin\theta}{k - m\omega^2\sin^2\theta}$

⑤ $\dfrac{k\ell_0 + mg\cos\theta}{k - m\omega^2\sin\theta\cos\theta}$　　⑥ $\dfrac{k\ell_0 + mg\sin\theta}{k - m\omega^2\sin\theta\cos\theta}$

⑦ $\dfrac{k\ell_0 + mg\cos\theta}{k - m\omega^2\cos^2\theta}$　　⑧ $\dfrac{k\ell_0 + mg\sin\theta}{k - m\omega^2\cos^2\theta}$

$\boxed{\text{ケ}}$ の解答群

① $2\pi\sqrt{\dfrac{m}{k - m\omega^2\sin\theta}}$　　② $2\pi\sqrt{\dfrac{k - m\omega^2\sin\theta}{m}}$

③ $2\pi\sqrt{\dfrac{m}{k - m\omega^2\cos^2\theta}}$　　④ $2\pi\sqrt{\dfrac{k - m\omega^2\cos^2\theta}{m}}$

⑤ $2\pi\sqrt{\dfrac{m}{k - m\omega^2\sin\theta\cos\theta}}$　　⑥ $2\pi\sqrt{\dfrac{k - m\omega^2\sin\theta\cos\theta}{m}}$

⑦ $2\pi\sqrt{\dfrac{m}{k - m\omega^2\sin^2\theta}}$　　⑧ $2\pi\sqrt{\dfrac{k - m\omega^2\sin^2\theta}{m}}$

（このページは，計算に使用してよい。）

〔B〕　次の文中の $\boxed{\text{ア}}$ ～ $\boxed{\text{ケ}}$ に最も適するものをそれぞれの解答群から一つ選び，解答用紙の所定の欄にその記号をマークせよ。また，空欄 $\boxed{\text{b}}$ に適する式を解答用紙の所定の欄に記入せよ。

(1)　図1のように，内部抵抗の無視できる起電力 E〔V〕の電池に，抵抗値 r〔Ω〕，R_1〔Ω〕，R_2〔Ω〕の抵抗 r，$\mathrm{R_1}$，$\mathrm{R_2}$，電気容量 C〔F〕のコンデンサー，スイッチ $\mathrm{S_1}$，$\mathrm{S_2}$ が接続された回路がある。抵抗 r，$\mathrm{R_1}$，$\mathrm{R_2}$ 以外の抵抗は無視できる。はじめ，スイッチ $\mathrm{S_1}$，$\mathrm{S_2}$ は開いており，コンデンサーに電荷は蓄えられていない。

時刻 $t = 0$ にスイッチ $\mathrm{S_1}$ を閉じた。このとき，抵抗 $\mathrm{R_1}$ に流れる電流は $\boxed{\text{ア}}$〔A〕である。

続いて時刻 $t = t_1$〔s〕にスイッチ $\mathrm{S_2}$ を閉じた。コンデンサーにははじめ電荷は蓄えられていないので，スイッチ $\mathrm{S_2}$ を閉じた瞬間，抵抗 $\mathrm{R_2}$ には回路上の点 a から点 b の向きに $\boxed{\text{イ}}$〔A〕の電流が流れる。スイッチ $\mathrm{S_2}$ を閉じてから十分に時間が経過すると，抵抗 $\mathrm{R_2}$ に流れる電流は 0 になった。このとき，コンデンサーには電気量 $Q_0 = \boxed{\text{ウ}}$〔C〕の電荷が蓄えられている。また，スイッチ $\mathrm{S_1}$ を閉じてから抵抗 r に流れる電流 I〔A〕の時間変化は，$\boxed{\text{エ}}$ のようになる。

その後スイッチ $\mathrm{S_1}$ を開くと，抵抗 $\mathrm{R_2}$ に再び電流が流れた。スイッチ $\mathrm{S_1}$ を開く直前に，コンデンサーに蓄えられている電気量は Q_0 であるので，スイッチ $\mathrm{S_1}$ を開いた瞬間，抵抗 $\mathrm{R_2}$ には $\boxed{\text{オ}}$〔A〕の電流が流れる。スイッチ $\mathrm{S_1}$ を開いた後に抵抗 $\mathrm{R_2}$ を流れる電流は時間の経過とともに減少し，やがて 0 になった。スイッチ $\mathrm{S_1}$ を開いてから抵抗 $\mathrm{R_2}$ を流れる電流が 0 になるまでに，抵抗 $\mathrm{R_2}$ で発生したジュール熱の総量は $\boxed{\text{カ}}$〔J〕である。

(2)　図1の回路に接続されているスイッチ $\mathrm{S_2}$ とコンデンサーを取り外し，自己インダクタンス L〔H〕のコイルを取り付けて図2のような回路を作った。はじめ，スイッチ $\mathrm{S_1}$ は開いており，コイルに電流は流れていない。コイルの抵抗は無視できる。

スイッチ S_1 を閉じると，コイルの両端には，コイルに流れる電流の変化を妨げるような誘導起電力が生じる。スイッチ S_1 を閉じた瞬間には，回路上の点 a, b の電位は等しく，抵抗 R_2 に電流は流れない。このときの回路上の点 c に対する点 b の電位は $\boxed{\quad \text{b} \quad}$ 〔V〕である。

スイッチ S_1 を閉じた後のある時刻に，抵抗 R_1 に流れる電流を I_1〔A〕，抵抗 R_2 に流れる電流を I_2〔A〕，コイルに生じている誘導起電力の大きさを V_L〔V〕とする。ただし，I_1 は a から c の向きに流れるときを正，I_2 は a から b の向きに流れるときを正とする。V_L を R_1，R_2，I_1，I_2 を用いて表すと，$V_L = \boxed{\quad キ \quad}$ である。このとき抵抗 r には，$I_1 + I_2 = \boxed{\quad ク \quad}$〔A〕の電流が流れている。

スイッチ S_1 を閉じてから十分に時間が経過すると，回路を流れる電流は一定になり，コイルに生じる誘導起電力は 0 になる。このときコイルには，$\boxed{\quad ケ \quad}$〔J〕のエネルギーが蓄えられている。

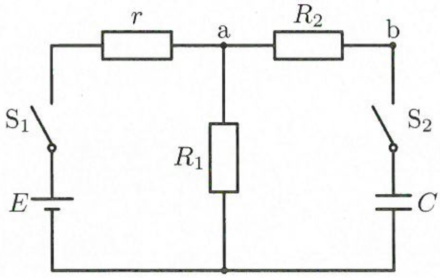


図 1

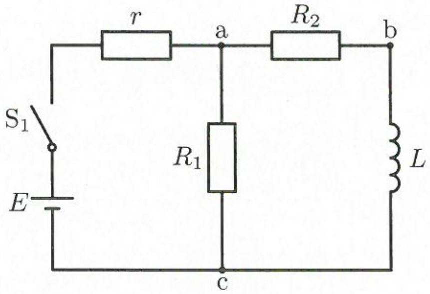


図 2

$\boxed{\text{ア}}$ 解答群

① 0　② $\dfrac{E}{R_1}$　③ $\dfrac{E}{r+R_1}$　④ $\dfrac{E}{R_1+R_2}$

⑤ $\dfrac{E(r+R_1)}{rR_1}$　⑥ $\dfrac{E(R_1+R_2)}{R_1R_2}$

$\boxed{\text{イ}}$ の解答群

① 0　② $\dfrac{E}{R_2}$　③ $\dfrac{E}{r+R_2}$

④ $\dfrac{E}{R_1+R_2}$　⑤ $\dfrac{E(r+R_2)}{rR_2}$　⑥ $\dfrac{E(R_1+R_2)}{R_1R_2}$

⑦ $\dfrac{ER_1}{r(R_1+R_2)+R_1R_2}$　⑧ $\dfrac{ER_2}{r(R_1+R_2)+R_1R_2}$　⑨ $\dfrac{E(R_1+R_2)}{r(R_1+R_2)+R_1R_2}$

$\boxed{\text{ウ}}$ の解答群

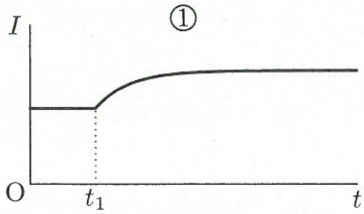
① $\dfrac{CER_1}{r+R_1}$　② $\dfrac{CER_1}{R_1+R_2}$　③ $\dfrac{CER_2}{r+R_2}$

④ $\dfrac{CER_2}{R_1+R_2}$　⑤ $\dfrac{CE(r+R_1)}{R_1}$　⑥ $\dfrac{CE(R_1+R_2)}{R_1}$

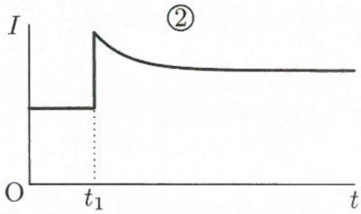
⑦ $\dfrac{CE(r+R_2)}{R_2}$　⑧ $\dfrac{CE(R_1+R_2)}{R_2}$

$\boxed{\text{エ}}$ の解答群

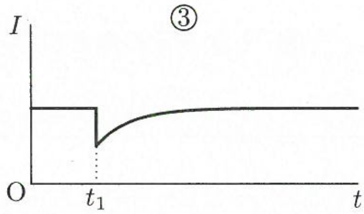
①



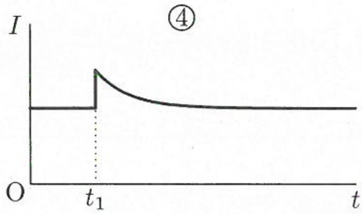
②



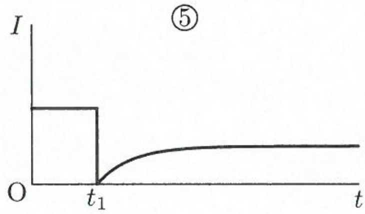
③



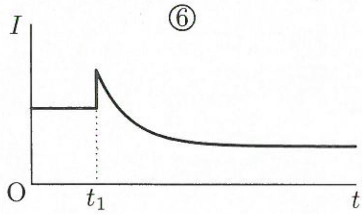
④



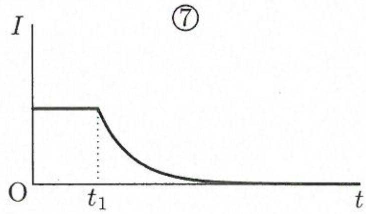
⑤



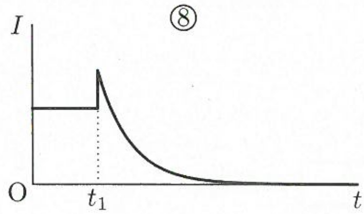
⑥



⑦



⑧



$\boxed{\text{オ}}$ の解答群

① aからbの向きに $\dfrac{Q_0}{CR_1}$

② bからaの向きに $\dfrac{Q_0}{CR_1}$

③ aからbの向きに $\dfrac{Q_0}{CR_2}$

④ bからaの向きに $\dfrac{Q_0}{CR_2}$

⑤ aからbの向きに $\dfrac{Q_0}{C(R_1+R_2)}$

⑥ bからaの向きに $\dfrac{Q_0}{C(R_1+R_2)}$

⑦ aからbの向きに $\dfrac{Q_0(R_1+R_2)}{CR_1R_2}$

⑧ bからaの向きに $\dfrac{Q_0(R_1+R_2)}{CR_1R_2}$

$\boxed{\text{カ}}$ の解答群

① $\dfrac{Q_0^2}{2C}$

② $\dfrac{Q_0{}^2R_1}{2CR_2}$

③ $\dfrac{Q_0{}^2R_2}{2CR_1}$

④ $\dfrac{Q_0{}^2R_1}{2C(R_1+R_2)}$

⑤ $\dfrac{Q_0{}^2R_2}{2C(R_1+R_2)}$

⑥ $\dfrac{Q_0{}^2(R_1+R_2)}{2CR_1}$

⑦ $\dfrac{Q_0{}^2(R_1+R_2)}{2CR_2}$

$\boxed{\text{キ}}$ の解答群

① R_1I_1

② R_2I_2

③ $R_1I_1+R_2I_2$

④ $R_1I_1-R_2I_2$

⑤ $R_2I_2-R_1I_1$

⑥ $\dfrac{R_1R_2(I_1+I_2)}{R_1+R_2}$

⑦ $\dfrac{R_1R_2(I_1-I_2)}{R_1+R_2}$

⑧ $\dfrac{R_1R_2(I_2-I_1)}{R_1+R_2}$

$\boxed{\text{ク}}$ の解答群

① $\dfrac{E}{r+R_1}+\dfrac{E}{r+R_2}$

② $\dfrac{E}{r+R_1}+\dfrac{E+V_{\mathrm{L}}}{r+R_2}$

③ $\dfrac{E}{r+R_1}+\dfrac{E-V_{\mathrm{L}}}{r+R_2}$

④ $\dfrac{E(R_1+R_2)}{(r+R_1)R_2}+\dfrac{V_{\mathrm{L}}}{R_2}$

⑤ $\dfrac{E(R_1+R_2)}{(r+R_1)R_2}-\dfrac{V_{\mathrm{L}}}{R_2}$

⑥ $\dfrac{E(R_1+R_2)}{R_1R_2}+\dfrac{V_{\mathrm{L}}}{R_2}$

⑦ $\dfrac{E(R_1+R_2)}{R_1R_2}-\dfrac{V_{\mathrm{L}}}{R_2}$

⑧ $\dfrac{E(R_1+R_2)+V_{\mathrm{L}}R_1}{r(R_1+R_2)+R_1R_2}$

⑨ $\dfrac{E(R_1+R_2)-V_{\mathrm{L}}R_1}{r(R_1+R_2)+R_1R_2}$

$\boxed{\text{ケ}}$ の解答群

① $\dfrac{LE^2}{2R_2^2}$

② $\dfrac{LE^2}{2(r+R_2)^2}$

③ $\dfrac{LE^2R_1^2}{2(r+R_1)^2R_2^2}$

④ $\dfrac{LE^2R_2^2}{2(r+R_2)^2R_1^2}$

⑤ $\dfrac{LE^2(r+R_2)^2}{2R_1^2R_2^2}$

⑥ $\dfrac{LE^2(R_1+R_2)^2}{2R_1^2R_2^2}$

⑦ $\dfrac{LE^2R_1^2}{2\{r(R_1+R_2)+R_1R_2\}^2}$

⑧ $\dfrac{LE^2R_2^2}{2\{r(R_1+R_2)+R_1R_2\}^2}$

⑨ $\dfrac{LE^2(R_1+R_2)^2}{2\{r(R_1+R_2)+R_1R_2\}^2}$

（このページは，計算に使用してよい。）

（このページは，計算に使用してよい。）

〔C〕 次の文中の $\boxed{\text{ア}}$ ～ $\boxed{\text{ク}}$ に最も適するものをそれぞれの解答群から一つ選び，解答用紙の所定の欄にその記号をマークせよ。

(1) 振幅 A, 周期 T, 波長 λ の正弦波が x 軸の正の向きに進むとき, 時刻 t, 位置 x における波の変位 $y(x,t)$ は

$$y(x,t) = A\sin\left[2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right) + \delta\right] \qquad \cdots \quad (*)$$

と表される。ここで, δ $(0 \leqq \delta < 2\pi)$ は原点 $x=0$ における時刻 $t=0$ での位相を表しており, 初期位相と呼ばれる。

図 1 は, 式 $(*)$ で表される正弦波の $t=0$ における変位を表している。点 Q は原点 O から正の向きに ℓ だけ離れた点であり, x 軸の 1 目盛りは OQ を 17 等分したものである。この図から, 波の波長 λ は $\boxed{\text{ア}}$ であり, 初期位相 δ は $\boxed{\text{イ}}$ であることがわかる。波の振動数 f, 速度 v を用いて, 点 Q での波の変位を時間の関数として表すと $\boxed{\text{ウ}}$ のようになる。

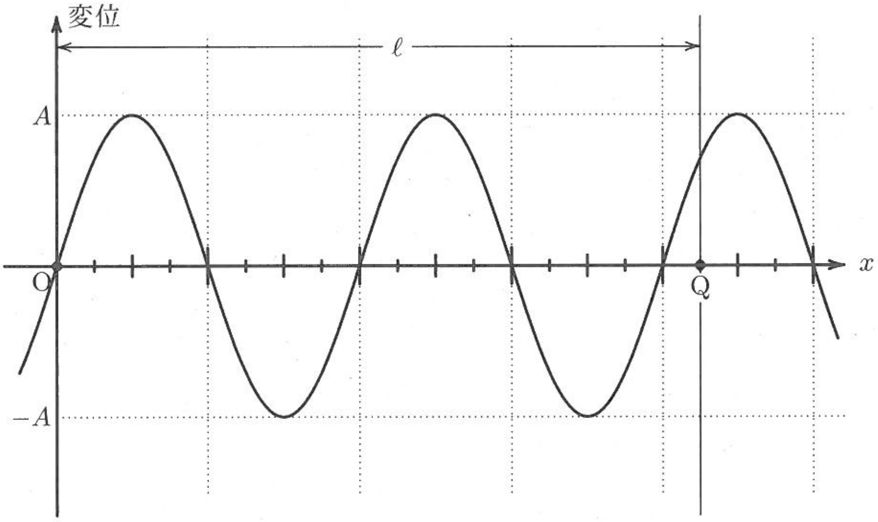


図 1

次に, 式 $(*)$ で表される正弦波が点Qの位置で固定端反射し, 反射波が x 軸の負の向きに進む場合を考えよう。反射波の振幅, 周期, 波長は入射した波（入射波）と同じである。反射が起きてから時間が十分経過し, 入射波の変位 y_{i} が図1の $x \leqq \ell$ の変位と同じになった。このときの反射波の変位 y_{r} は $\boxed{\quad エ \quad}$ の実線のようになる。$\boxed{\quad エ \quad}$ の破線は入射波の変位 y_{i} を表している。したがって, 入射波と反射波を合成した波（合成波）の変位が常に0となる点は, 点Oと点Qを含む区間 $0 \leqq x \leqq \ell$ に $\boxed{\quad オ \quad}$ 個ある。

(2)　図2のように, 紙面に垂直に壁があり, 壁面から距離 d の点Oにおかれた波源より波長 λ の円形波が発生し, 紙面内を伝わる場合を考えよう。点Oを中心とする同心円は, ある時刻における波の変位の山の位置を表しており, 隣り合う山と山の間隔は λ である。点Oから広がった波は壁面に到達し, 位相, 周期, 波長を変えずに壁面で反射する。

壁面から距離 d, 波源Oから距離 ℓ にある点をPとする。また, 点Pと壁面との間に位置し, 壁面からの距離が a である点をQとする。点O, P, Qは紙面内にある。壁面で反射した波は壁面に対して点Oと対称な点から出たかのように進む。したがって, 点Qにおいて, 波源Oから直接伝わってきた波と, 壁面で反射して伝わってきた波とが強め合う条件は, 反射で位相は変わらないので, $m = 0, 1, 2, \cdots$ として, $\boxed{\quad カ \quad}$ である。

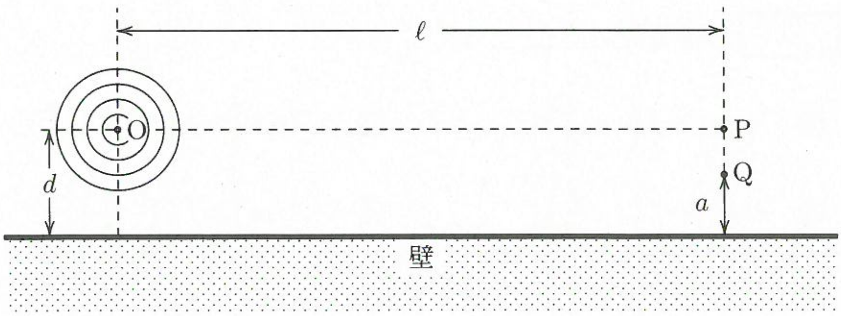


図2

距離 d が距離 ℓ よりも十分短いときは，$|\alpha|$が1に比べて十分小さいときの近似式 $\sqrt{1+\alpha} \fallingdotseq 1+\dfrac{\alpha}{2}$ を用いて，$\boxed{\quad カ \quad}$ の条件式の左辺を $\boxed{\quad キ \quad}$ と近似できる。もし点Pと点Qがともに波が強め合う点であり，これらの点の間には他に強め合う点がひとつもなければ，PQ間の距離は λ を用いて $\boxed{\quad ク \quad}$ と表される。

$\boxed{\quad ア \quad}$ の解答群

① $\dfrac{2}{17}\ell$　② $\dfrac{4}{17}\ell$　③ $\dfrac{6}{17}\ell$　④ $\dfrac{8}{17}\ell$

⑤ $\dfrac{10}{17}\ell$　⑥ $\dfrac{12}{17}\ell$　⑦ $\dfrac{14}{17}\ell$　⑧ $\dfrac{16}{17}\ell$

$\boxed{\quad イ \quad}$ の解答群

① 0　② $\dfrac{1}{4}\pi$　③ $\dfrac{1}{2}\pi$　④ $\dfrac{3}{4}\pi$

⑤ π　⑥ $\dfrac{5}{4}\pi$　⑦ $\dfrac{3}{2}\pi$　⑧ $\dfrac{7}{4}\pi$

$\boxed{\quad ウ \quad}$ の解答群

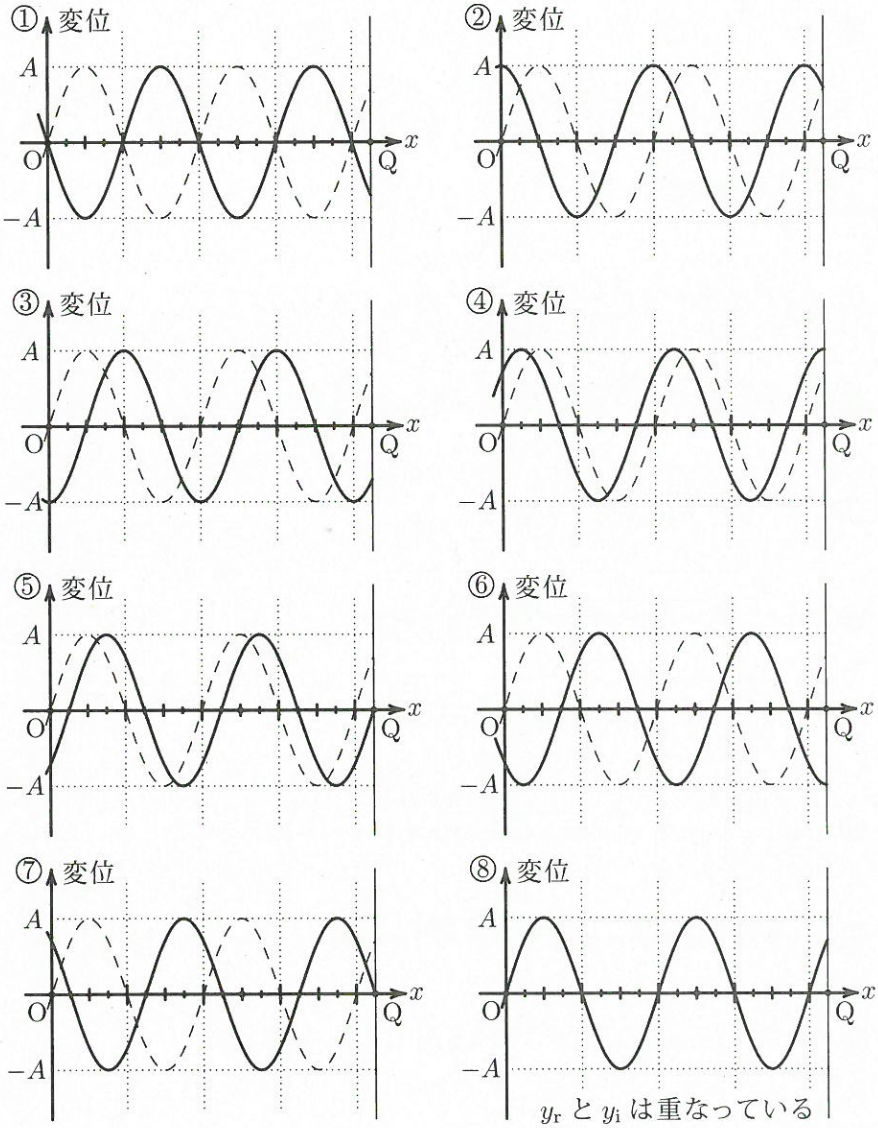
① $A\cos\left[2\pi f\left(t+\dfrac{\ell}{v}\right)\right]$　② $-A\cos\left[2\pi f\left(t+\dfrac{\ell}{v}\right)\right]$

③ $A\cos\left[2\pi f\left(t-\dfrac{\ell}{v}\right)\right]$　④ $-A\cos\left[2\pi f\left(t-\dfrac{\ell}{v}\right)\right]$

⑤ $A\sin\left[2\pi f\left(t+\dfrac{\ell}{v}\right)\right]$　⑥ $-A\sin\left[2\pi f\left(t+\dfrac{\ell}{v}\right)\right]$

⑦ $A\sin\left[2\pi f\left(t-\dfrac{\ell}{v}\right)\right]$　⑧ $-A\sin\left[2\pi f\left(t-\dfrac{\ell}{v}\right)\right]$

$\boxed{\text{エ}}$ の解答群



$\boxed{\text{オ}}$ の解答群

① 1　② 2　③ 3　④ 4　⑤ 5

⑥ 6　⑦ 7　⑧ 8　⑨ 0

$\boxed{\text{カ}}$ の解答群

① $\left|\sqrt{\ell^2+a^2}-\sqrt{\ell^2+(d-a)^2}\right|=m\lambda$

② $\left|\sqrt{\ell^2+a^2}-\sqrt{\ell^2+(d-a)^2}\right|=\left(m+\dfrac{1}{2}\right)\lambda$

③ $\left|a-\sqrt{\ell^2+(d-a)^2}\right|=m\lambda$

④ $\left|a-\sqrt{\ell^2+(d-a)^2}\right|=\left(m+\dfrac{1}{2}\right)\lambda$

⑤ $\left|\sqrt{\left(\dfrac{\ell}{2}\right)^2+a^2}-\sqrt{\ell^2+(d-a)^2}\right|=m\lambda$

⑥ $\left|\sqrt{\left(\dfrac{\ell}{2}\right)^2+a^2}-\sqrt{\ell^2+(d-a)^2}\right|=\left(m+\dfrac{1}{2}\right)\lambda$

⑦ $\left|\sqrt{\ell^2+(d+a)^2}-\sqrt{\ell^2+(d-a)^2}\right|=m\lambda$

⑧ $\left|\sqrt{\ell^2+(d+a)^2}-\sqrt{\ell^2+(d-a)^2}\right|=\left(m+\dfrac{1}{2}\right)\lambda$

$\boxed{\text{キ}}$ の解答群

① $\dfrac{a^2}{\ell}$　② $\dfrac{2a^2}{\ell}$　③ $\dfrac{ad}{\ell}$　④ $\dfrac{2ad}{\ell}$

⑤ $\dfrac{(d-a)^2}{\ell}$　⑥ $\dfrac{2(d-a)^2}{\ell}$　⑦ $\dfrac{d^2-a^2}{\ell}$　⑧ $\dfrac{2(d^2-a^2)}{\ell}$

$\boxed{\text{ク}}$ の解答群

① $\dfrac{\ell\lambda}{2d}$　② $\dfrac{\ell\lambda}{d}$　③ $\dfrac{2\ell\lambda}{d}$　④ $\dfrac{d\lambda}{2\ell}$　⑤ $\dfrac{d\lambda}{\ell}$

⑥ $\dfrac{2d\lambda}{\ell}$　⑦ $\dfrac{d\ell}{2\lambda}$　⑧ $\dfrac{d\ell}{\lambda}$　⑨ $\dfrac{2d\ell}{\lambda}$

（このページは，計算に使用してよい。）