選択科目

（医　　学　　部）

― 2月2日 ―

物　理
化　学　この中から1科目を選択して解答しなさい。
生　物

科　目	問題のページ
物　理	1～7
化　学	9～18
生　物	20～33

選択した科目の解答用紙をビニール袋から取り出し，解答はすべて選択した科目の解答用紙に記入して提出しなさい。

問題訂正：生物（選択科目）

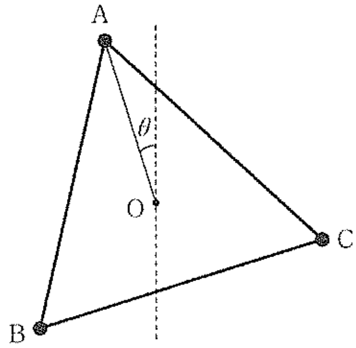
23ページ 2　I．　本文7行目
（誤）酸素飽和度（酸素ヘモグロビン）が・・・

（正）酸素ヘモグロビンの割合が・・・

22TA3

物　理

1



図のように密度と厚みが一様で，一辺の長さが a の正三角形の板がある。この板はその重心Oを通り，板に垂直な水平固定軸のまわりに，自由に回転できるようにしてある。正三角形の頂点A，B，Cに，それぞれ質量が m_{A}，m_{B}，m_{C} の小さなおもりを取り付ける。板の質量はおもりの質量と比べて充分小さいものとし，重力加速度の大きさを g，円周率を π とする。次の各問いに答えなさい。ただし，各問いの角度は弧度法で表されるものとする。

(1)　図のように鉛直線に対してOAのなす角度が反時計まわりに測って θ のとき，力のモーメントはつりあって板は静止した。$\tan\theta$ を m_{A}，m_{B}，m_{C} を用いて表しなさい。

ここで，おもりの質量がそれぞれ，$m_{\mathrm{A}} = 2M$，$m_{\mathrm{B}} = m_{\mathrm{C}} = M$ であるとする。

(2)　板の重心Oから全体の重心までの距離を求めなさい。

(3)　力のモーメントがつりあって板が静止する角度 θ のうち，安定なつりあい状態となるものを $0 \leqq \theta < 2\pi$ の範囲で答えなさい。安定なつりあい状態とは，その状態から少し動かされても元に戻ろうとする状態をいう。

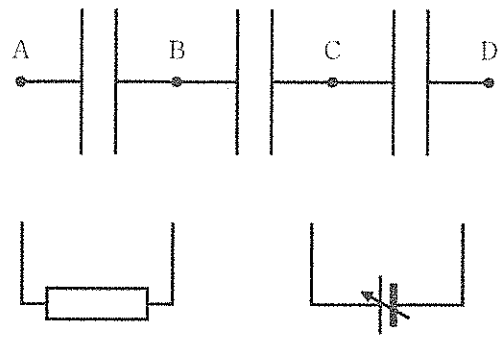
次に，おもりの質量がそれぞれ，$m_{\mathrm{A}} = \dfrac{3}{2}M$，$m_{\mathrm{B}} = 2M$，$m_{\mathrm{C}} = M$ であるとする。

(4)　力のモーメントがつりあって板が静止する角度 θ のうち，安定なつりあい状態となるものを $0 \leqq \theta < 2\pi$ の範囲で答えなさい。安定なつりあい状態とは，その状態から少し動かされても元に戻ろうとする状態をいう。

(5)　正三角形の辺AC上のある位置に，質量が不明な小さなおもりを追加で取り付けて静かに手を放すと，任意の角度 θ で静止する。ここで取り付けたおもりの質量を求めなさい。

物　理

2 図のように，電気容量が C〔F〕のコンデンサーが3個直列に接続されている。また，抵抗値 R〔Ω〕の抵抗器，可変電圧直流電源を用意して，直列に接続されたコンデンサーのA，B，C，D点のうち任意の2点に接続可能とした。はじめ，コンデンサーに電荷は蓄えられていない。このとき次の各問いに答えなさい。



電源の端子を，A点が正極になるようにA点とB点に接続し，電位差 V〔V〕($V > 0$) を与えた。充分時間が経過した後，電源を外し，次に抵抗器をA点とD点に接続した。

(1) 抵抗器を接続した直後に，抵抗器に流れる電流の大きさ〔A〕を求めなさい。

(2) その後，充分時間が経過するまで待った。このとき，B点を基準とした，C点の電位〔V〕を求めなさい。

(3) 抵抗器を接続してから充分時間が経過するまでの間に，抵抗器で発生したジュール熱〔J〕を求めなさい。

(2)の状態から抵抗器を外した。次に，電源をある電圧に設定し，C点とD点の間に接続した。充分時間が経過した後，電源を外し，次に抵抗器をA点とD点に接続した。充分時間が経過した後，C点とD点の間の電位差はゼロであった。

(4) D点を基準として，C点に与えた電位〔V〕を求めなさい。

(5) C点とD点の間の電位差がゼロになったとき，B点を基準としたC点の電位〔V〕を求めなさい。

3

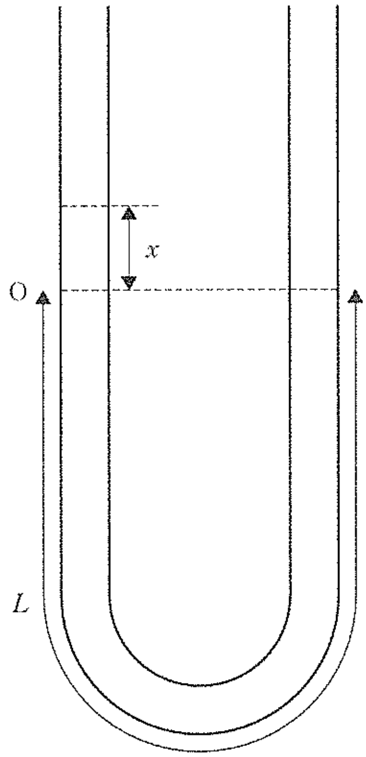


図 1

図 1 のように両端が開いている U 字型の管（U 字管）が鉛直上向きで台の上に設置されている。U 字管内には密度 ρ〔kg/m^3〕の液体が入っており液体の 2 つの液面の間の長さは U 字管に沿って L〔m〕であり，静止した液体の左側の液面の位置を O とする。いま，U 字管内の液体の左側の液面が O より x〔m〕だけ高くなっていた。その後液体全体が運動することによって，左側の液面は O を中心に上下に微小振動した。U 字管の断面積 S〔m^2〕はどこでも同じであり，液面の高さ x は L に比べて充分に小さいとする。重力加速度の大きさを g〔m/s^2〕とする。液体と U 字管の間に摩擦はないものとする。円周率を π とする。次の各問いについて，それぞれの解答群の中から最も適切なものを一つ選び，解答欄の記号にマークしなさい。

(1)　左側の液面の高さが x のとき，液体に働く復元力の大きさ〔N〕を求めなさい。

(2)　液面が振動する周期〔s〕を求めなさい。

U 字管は断熱材でできていると仮定し，大気圧を P〔Pa〕とする。液体と空気は混ざり合わず，熱のやり取りもおこなわないとする。空気は単原子分子理想気体とみなす。液体にはたらく圧力が変化しても液体の体積は変化しないものとする。U 字管の左側の液面の高さが $x = 0$ のとき，左側開口端に熱を通さない素材で蓋をする。右側の液面に加わる圧力として，大気圧のほかに外力による一定の圧力を加えると，左側の液面が O より x だけ高くなって静止した。このとき図 2 のように左側の液面と開口端の間の長さは $l-x$〔m〕であった。液面の高さ x は l や L に比べて充分に小さいとする。

(3) 外力による一定の圧力を加えたとき，左側 U 字管内の空気について圧力と体積との間に

$$(\text{圧力})\times(\text{体積})^{\frac{5}{3}} = \text{一定}$$

の関係式がなりたつ。この関係式を利用して左側 U 字管内の空気の圧力の増加 ΔP〔Pa〕を求めなさい。水面の変化 x は l に比べて充分小さいものとして，2 次の微小量は無視するものとする。$1 \gg |a|$ のとき

$$(1+a)^n \fallingdotseq 1+na$$

が成立する。必要であればこの式を用いなさい。

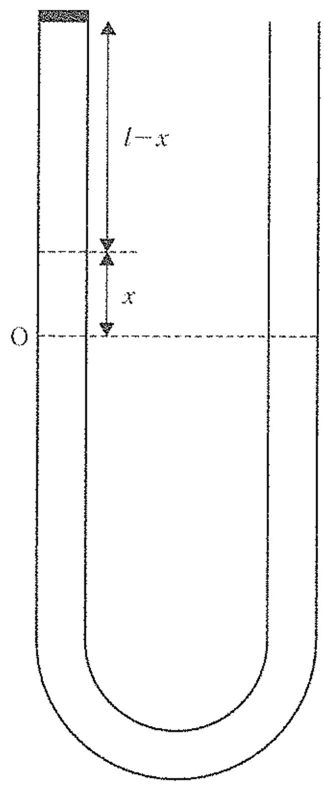


図 2

右側の液面に加わる圧力を大気圧だけにしたところ，U 字管内の液面が微小振動を始めた。

(4) このとき微小振動の周期〔s〕を求めなさい。U 字管内の液面が微小振動している最中，左側 U 字管内の空気は単原子分子理想気体の状態方程式を満たすものとする。

(5) $x=0$ における左側 U 字管内の空気の温度を T〔K〕としたとき，これを用いて，左側の液面と開口端の間の長さが $l-x$ から $l+x$ になる間の，左側 U 字管内の空気の温度変化〔K〕を求めなさい。

物　　理

〔解答群〕

(1)　ア．$SL\rho g$　　イ．$Sx\rho g$　　ウ．$2Sx\rho g$　　エ．$2x\rho g$　　オ．$SxL\rho g$　　カ．$2xL\rho g$

(2)　ア．$\pi\sqrt{\dfrac{x}{g}}$　　イ．$\pi\sqrt{\dfrac{2x}{g}}$　　ウ．$\pi\sqrt{\dfrac{L}{g}}$　　エ．$\pi\sqrt{\dfrac{g}{L}}$　　オ．$\pi\sqrt{\dfrac{2L}{g}}$　　カ．$\pi\sqrt{\dfrac{2g}{L}}$

(3)　ア．$\dfrac{x}{l}P$　　イ．$\dfrac{2x}{l}P$　　ウ．$\dfrac{2x}{3l}P$　　エ．$\dfrac{5x}{3l}P$　　オ．$\dfrac{3x}{2l}P$　　カ．$\dfrac{3x}{5l}P$

(4)　ア．$\pi\sqrt{\dfrac{x}{g+\dfrac{5P}{3\rho l}}}$　　イ．$\pi\sqrt{\dfrac{2x}{g+\dfrac{5P}{3\rho l}}}$　　ウ．$\pi\sqrt{\dfrac{L}{g+\dfrac{5P}{6\rho l}}}$　　エ．$\pi\sqrt{\dfrac{2L}{g+\dfrac{5P}{6\rho l}}}$

オ．$\pi\sqrt{\dfrac{g+\dfrac{5P}{6\rho l}}{L}}$　　カ．$\pi\sqrt{\dfrac{2g+\dfrac{5P}{3\rho l}}{L}}$

(5)　ア．$-\dfrac{4}{3}\dfrac{x}{l}T$　　イ．$-\dfrac{2}{3}\dfrac{x}{l}T$　　ウ．$-\dfrac{1}{3}\dfrac{x}{l}T$　　エ．$\dfrac{4}{3}\dfrac{x}{l}T$　　オ．$\dfrac{2}{3}\dfrac{x}{l}T$

カ．$\dfrac{1}{3}\dfrac{x}{l}T$

物　　理

4 図のように，質量を無視できるばね定数 k〔N/m〕のばねの左端を壁に固定し，右端に大きさの無視できる台をつなぎ，なめらかで水平な床の上に置いた。壁の高さは低く音の反射は無視でき，風は吹いていないものとする。この台の上に振動数 f〔Hz〕の音を出す音源が積まれており，音源を含めた台全体の質量は m〔kg〕，空気中の音速は V〔m/s〕である。ばねが自然長にあるときの台の位置を原点 $(x=0)$ とし，水平に x 軸をとる。この台をばねの自然長の位置から長さ r〔m〕だけ x 軸方向に伸ばして，時刻 $t=0$ で静かに手を離したところ台は単振動を始めた。r はばねの自然長より短く，ばねは x 軸に沿った一直線上を伸び縮みする。空気抵抗は無視できるものとし，また，台の振動数は音源からの音の振動数 f より充分小さい。時刻 t〔s〕の台の位置を x〔m〕とする。また，原点から x 軸の正の方向に L〔m〕$(L>r)$ だけ離れた位置に観測者がいる。観測者は聞こえる音の振動数を測定できるものとする。円周率を π として，次の各問いについて，それぞれの解答群の中から最も適切なものを一つ選び，解答欄の記号にマークしなさい。

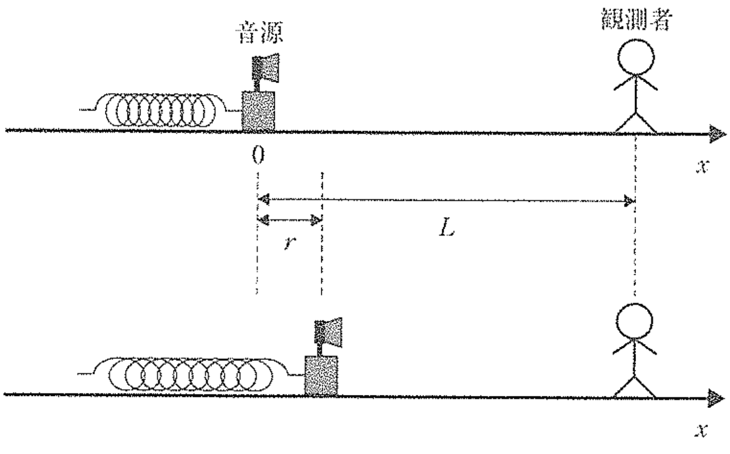
(1) 時刻 t〔s〕での台の位置 x〔m〕を k，m，r，t，π の中から必要な記号を用いて表しなさい。

(2) この音源によるドップラー効果を考える。音源が加速度運動をしていても，充分短い時間 Δt をとれば，その間の速度変化は無視できる。音源が速度 u〔m/s〕$(u \ll V)$ で観測者に近づいているとし，Δt の間に音源が進む距離と音源の出す波の個数を考慮して音源前方の音の波長〔m〕を f，u，V の中から必要な記号を用いて表しなさい。

(3) 観測者が最初に最大振動数で聞くことになる音の発せられた時刻を k，m，π の中から必要な記号を用いて表しなさい。

(4) 観測者が最初に最大振動数の音を聞いたときの音源の位置を k，m，r，L，V，π の中から必要な記号を用いて表しなさい。

(5) 観測者が聞いた音の最大振動数は音源からの音の振動数 f の何倍になるかを k，m，r，V，π の中から必要な記号を用いて表しなさい。



物　　理

〔解答群〕

(1)　ア．$\cos\left(2\sqrt{\dfrac{k}{m}}t\right)$　　イ．$r\cos\left(\sqrt{\dfrac{k}{m}}t\right)$　　ウ．$r\sqrt{\dfrac{m}{k}}\cos\left(\sqrt{\dfrac{m}{k}}t\right)$　　エ．$\sin\left(\sqrt{\dfrac{m}{k}}t\right)$

オ．$r\sin\left(2\sqrt{\dfrac{m}{k}}t\right)$　　カ．$\dfrac{kr}{m}\sin\left(\sqrt{\dfrac{k}{m}}t\right)$

(2)　ア．$\dfrac{1}{(u-V)f}$　　イ．$\dfrac{V}{(V-u)f}$　　ウ．$\dfrac{V}{(V+u)f}$　　エ．$\dfrac{(V-u)}{f}$　　オ．$\dfrac{(V+u)}{f}$

カ．$\dfrac{u-V}{Vf}$

(3)　ア．$\dfrac{\pi}{2}\sqrt{\dfrac{m}{k}}$　　イ．$\pi\sqrt{\dfrac{m}{k}}$　　ウ．$\dfrac{3\pi}{2}\sqrt{\dfrac{m}{k}}$　　エ．$\dfrac{\pi}{2}\sqrt{\dfrac{k}{m}}$　　オ．$\pi\sqrt{\dfrac{k}{m}}$

カ．$\dfrac{3\pi}{2}\sqrt{\dfrac{k}{m}}$

(4)　ア．0　　イ．r　　ウ．$r\cos\left(\sqrt{\dfrac{m}{k}}\dfrac{L}{V}\right)$　　エ．$r\cos\left(\dfrac{\pi}{2}\sqrt{\dfrac{k}{m}}\dfrac{L}{V}\right)$　　オ．$r\sin\left(\sqrt{\dfrac{k}{m}}\dfrac{L}{V}\right)$

カ．$r\sin\left(\pi\sqrt{\dfrac{m}{k}}\dfrac{L}{V}\right)$

(5)　ア．$V-r\sqrt{\dfrac{k}{m}}$　　イ．$\dfrac{1}{V-\sqrt{\dfrac{m}{k}}}$　　ウ．$\dfrac{V}{V-r\sqrt{\dfrac{k}{m}}}$　　エ．$\dfrac{V}{V+r\sqrt{\dfrac{m}{k}}}$　　オ．$\dfrac{V-r\sqrt{\dfrac{m}{k}}}{V}$

カ．$\dfrac{\sqrt{\dfrac{k}{m}}-V}{V}$