2012（H24)年度　東北大学　前期入学試験　物理解説

1

＜解答＞

問（１）(a)

小物体とばね２の接続点での力のつりあいは，$mg=k_2x_2$

ばね１と２の接続点での力のつりあいは，$k_1x_1=k_2x_2$

$x_1=\dfrac{mg}{k_1}$，$x_2=\dfrac{mg}{k_2}$　（答）

(b)

１つのばねとしてみたときのばねの伸びをxとすれば，(a)を用いて，

$$mg=Kx=K(x_1+x_2)=Kmg\left(\frac{1}{k_1}+\frac{1}{k_2}\right)$$

$K=\dfrac{k_1k_2}{k_1+k_2}$　（答）

(c)

n等分したばねの定数をk_n，元のばね定数をKとする。ばねを力fで引っ張ると，ばね１つにfの力が加わる。個々のばねの伸びをΔxとすれば，$f=k_n\Delta x$

一方，元のばね全体にも力fが加わり，伸びは$x=n\Delta x$だから，$f=Kx=Kn\Delta x$

したがって$k_n=nK$，すなわち元のばね定数のn倍。

n倍（答）

問（２）(a)

小物体A，Bを力fで引っ張る。ばね定数kのばねの伸びをx_1，$2k$のばねの伸びをx_2とする。

すると，$f=kx_1=2kx_2=k_R(x_1-x_s)=k_L(x_2+x_s)$　①

ただし，x_sはPS間のばねの伸びで，$x_s=\dfrac{sx_1}{L}$

①から，$k_L=\dfrac{f}{x_2+x_s}$，$x_2=\dfrac{f}{2k}$，$x_1=\dfrac{f}{k}$だから，$x_2+x_s=\dfrac{f}{2k}+\dfrac{sf}{kL}=\dfrac{(L+2s)f}{2kL}$

したがって，$k_L=\dfrac{f}{x_2+x_s}=\dfrac{2L}{L+2s}k$　②　（答）

(b)

①から，$k_R=\dfrac{f}{x_1-x_s}$，$x_1-x_s=\dfrac{f}{k}-\dfrac{sf}{kL}=\dfrac{(L-s)f}{kL}$，したがって$k_R=\dfrac{f}{x_1-x_s}=\dfrac{L}{L-s}k$　③

$k_L=k_R$のとき，②と③から，$\dfrac{2L}{L+2s}k=\dfrac{L}{L-s}k$，$s=s_Q=\dfrac{L}{4}$　（答）

(c)

点Qの左のばねと右のばねとではばね定数が同じだから，点Qに働く力は0である。したがって，点Qは変動しない。したがって，（オ）　（答）

(d)

角振動数ωとすれば，周期$T=\dfrac{2\pi}{\omega}=2\pi\sqrt{\dfrac{m}{k_L}}$，$k_L=k_R=\dfrac{4}{3}k$だから，$T=\pi\sqrt{\dfrac{3m}{k}}$　（答）

問(3)

小物体に働く摩擦力は，$x \leqq x_1$のとき，$f_s=\mu' mg=cxmg$，$x_1 \leqq x$のとき，$f_s=\mu' mg=cx_1 mg$

dx移動する間に失うエネルギーは$f_s dx$

したがって，小物体がカーペットを移動して静止するまでに失うエネルギーは

$W_s=\int_0^{\frac{5}{4}x_1} f_s dx=mg\int_0^{\frac{5}{4}x_1}\mu' dx$，$\int_0^{\frac{5}{4}x_1}\mu' dx$は問題図６の動摩擦係数のグラフの面積だから，

$\int_0^{\frac{5}{4}x_1}\mu' dx=\dfrac{1}{2}cx_1^{\,2}+\dfrac{1}{4}cx_1^{\,2}=\dfrac{3}{4}cx_1^{\,2}$，したがって，$W_s=\dfrac{3}{4}cx_1^{\,2}mg$

小物体がばねを離れるときの運動エネルギーは，ばねの弾性エネルギーに等しいので，$E_k=\dfrac{1}{2}kl^2$，

エネルギー保存の法則により，このE_kがW_sに等しいから，$W_s=E_k$，$\dfrac{3}{4}cx_1^{\,2}mg=\dfrac{1}{2}kl^2$として，

$x_1=\sqrt{\dfrac{2k}{3cmg}}\,l$　（答）

＜解説＞

$\boxed{1}$

問(1) (a)

この実験図では，ばね１，２両方とも質量mの小物体の重力によって引っ張られているので，$mg=k_1x_1$，$mg=k_2x_2$となる。

(b)

合成したばねの伸びは，$x=x_1+x_2$であることに注意する。$k_1=k_2$であれば，$K=\dfrac{k}{2}$となる。ばね定数が半分になる。全体としては，ばねの力が弱くなるのは当然である。

問（２）(a)

ばねの両端を力fで引っ張ると，ばねのどの箇所でも同じ力fが働いて，左右のばねに対して，フックの法則が成立する。すなわち，$f=kx_1=2kx_2=k_R(x_1-x_s)=k_L(x_2+x_s)$　①

また，同じ材質と形状で作られた一つのばねの伸びは，どの箇所でも均一だから，PS間の伸びは，全体の伸びの$\dfrac{s}{L}$倍である。したがって，x_sをPS間のばねの伸びとすれば，$x_s=\dfrac{sx_1}{L}$

(b)

(a)の①から求まるk_R，k_Lを等しいとして，求める。

(c)

点Qの左のばねと右のばねとではばね定数が同じだから，左右から小物体を押したとき，点Qに働く力はつりあっている。したがって，点Qは移動しない。押す力を離しても同じである。したがって，

点Qはずっと変動しない。したがって答は（オ）

(d)

点Qを不動点として小物体A，Bは，ばね定数$k_L=k_R=\frac{4}{3}k$による，単振動をする。ばね定数Kによる単振動の周期は$T=\frac{2\pi}{\omega}=2\pi\sqrt{\frac{m}{K}}$であることは，覚えておく。$K=\frac{4}{3}k$とすれば良い。

周期を求める方法は教科書に出ている。

単振動の変位xを，$x=a\sin\omega t$，とおいて，速度$v=\frac{dx}{dt}=a\omega\cos\omega t$，加速度$\alpha=\frac{dx^2}{d^2t}=-a\omega^2\sin\omega t$，を求める。したがって，ばね先端の質量$m$の物体に働く力は，$m\alpha=-ma\omega^2\sin\omega t$

一方ばねによる力は，$F=-Kx=-Ka\sin\omega t$

$F=m\alpha$だから，$-Ka\sin\omega t=-ma\omega^2\sin\omega t$，$\omega=\sqrt{\frac{K}{m}}$，$T=\frac{2\pi}{\omega}=2\pi\sqrt{\frac{m}{K}}$

問(3)

ばねが自然長に戻ったとき，小物体の速さが最高になる。つまり，ばねがlだけ縮まったときの弾性エネルギーが小物体の運動エネルギーに転化する。ここでは，仮想的にばねの質量を無視しているので，弾性エネルギーはすべて小物体の運動エネルギーに変換される。

小物体はばねが自然長に戻ったとき，ばねを離れ，滑らかな水平面を動く。摩擦がないので，速度は一定のまま，カーペット上に入る。カーペットとの間で動摩擦力が働くので，減速し，やがて静止する。

この問題では，動摩擦係数は位置xの増加とともに増加する。このようなカーペットはどのようなものか，想像してみると，カーペットの端が滑らかで，次第に毛の量等が増えて，動摩擦係数が増えて一定になる，ようなものであろう。すると，普通，カーペットはこのようなものということができるかも知れない。

摩擦によって失うエネルギーの積分計算は，下記である。

$$W_s=\int_0^{\frac{5}{4}x_1} f_s dx=mg\int_0^{\frac{5}{4}x_1}\mu' dx=cmg\int_0^{x_1} x dx+cx_1 mg\int_{x_1}^{\frac{5}{4}x_1} dx=cmg\left[\frac{x^2}{2}\right]_0^{x_1}+cx_1 mg\Big[x\Big]_{x_1}^{\frac{5}{4}x_1}$$

$\boxed{2}$

＜解答＞

問(1) (a)

PQからみると，回路ACDBは，抵抗ABとCDの並列接続である。両抵抗の抵抗値はρdだから，それぞれに流れる電流は$\frac{V}{\rho d}$，したがって$I_{AP}=\frac{2V}{\rho d}$　（答）

(b)

導体棒ABおよびCDそれぞれに流れる電流が$\frac{I_{AP}}{2}$だから，それぞれに働く力は，$d\frac{I_{AP}}{2}B$，したがって$ma=dI_{AP}B=\frac{2VB}{\rho}$，したがって$a=\frac{2BV}{m\rho}$　（答）

(c)

導体棒AB，CDに流れる電流は同じで，Iとすれば，

それぞれの導体棒に働く力は同じだから，$\frac{1}{2}F=dIB$　①

一方，磁場中を導体棒が移動して発生する起電力は，$V_r=dE=d\frac{f}{q}=\frac{d}{q}(qvB)=dvB$

ここで，Eは電場，qは電荷，fはローレンツ力である。

フレミングの左手の法則により，V_rは電池の電圧とは逆の起電力になるから，

導体棒に印加される電圧は$V-V_r=V-dvB=I\rho d$　②

$dI=\frac{1}{\rho}(V-dvB)$，したがって①，②から，$F=\frac{2}{\rho}B(V-dvB)$　③　（答）

(d)

一定の速度v_0で動いたということは，可動部に力が働かないということである。したがって，(c)でで$F=0$とおけば，$v_0=\frac{V}{dB}$　（答）

問(2) (a)

導体棒CDが，$L<x<L+h$において動くとき，流れる電流をI_{CD}とすれば，

フレミングの左手の法則により，力は負方向に働くので$F'_{CD}=-dI_{CD}kB$　④

ローレンツ力による起電力は，$V_r=dv'kB$で，電池の電圧と同じ方向になる。

したがって，導体棒CDに印加される電圧は$V+V_r=V+dv'kB=I_{CD}\rho d$　⑤

④，⑤からI_{CD}を消去して，$F'_{CD}=-\frac{1}{\rho}kB(V+dv'kB)$　⑥　（答）

導体棒ABが，$L<x<L+h$において動くとき，問(3) (c)において1本の導体棒に働く力だから，

Fの半分で，$F'_{AB}=\frac{1}{\rho}B(V-dv'B)$　⑦　（答）

$x\leqq L$では，2本の導体棒に正方向の力が働いていたが，$L<x<L+h$では，導体棒CDに負方向の力が働くので，v'の大きさは次第に小さくなる。したがって，導体棒が正方向に進むにつれ，⑥によって，F'_{CD}の大きさは次第に小さくなる。⑦によって，F'_{AB}の大きさは次第に大きくなる。

(b)

$v'=0$になって，負方向に動くためには，$v'=0$において$|F'_{CD}|>|F'_{AB}|$が必要である。

したがって，⑥，⑦から，$\frac{1}{\rho}kBV>\frac{1}{\rho}BV$，したがって，$k>1$，答は(ア)

(c)

可動部が$x=L$を通過したときのv'がv_1よりも小さいということは，$v'=0$になる位置はx_1より小さいということである。再び可動部が負方向に動くが，力が負方向に働く距離がx_1より短くなっているので，$v'=0$になる位置はx_2よりも大きくなる。このことを繰り返すので，可動部の往復の幅は次第に小さくなっていく。したがって答は(ウ)

<解説>

問(1) (a)

PQからみると，レールは無抵抗だから，回路ACDBは，抵抗ABとCDの並列接続である。両抵抗の抵抗値はρdだから，それぞれに流れる電流は$\dfrac{V}{\rho d}$。与えられた回路を解答容易な回路に置き直すことが大事。

(b)

磁場中の導体棒に電流が流れるとローレンツ力により，力が発生し、導体棒に作用する。したがって，導体棒に加速度が発生する。力の方向はフレミングの左手の法則によって求まる。これは電流方向から磁場方向へ回した右ねじの進む方向でもある（右ねじの法則）。

力の大きさは，磁場の大きさ，電流の量，磁場と電流が作用する導体棒の長さの積である。

(c)

電流が流れている導体が磁場中を動くとローレンツ力により，起電力が発生する。その方向は電流の方向とは逆である。その結果，電流が減少するので，可動部に働く力が弱くなる。このような物理現象の理解が必要な問題である。起電力によって発生する電圧V_rと電場Eの関係は$V_r=dE$，一方電荷qに働く力fは$f=qE$だから，$V_r=d\dfrac{f}{q}$となる。しかるに，この力がローレンツ力であり$f=qvB$だから，$V_r=dvB$となる。これが電池とは逆の起電力となるから，電流を流す電圧は$V-V_r=V-dvB=\dfrac{1}{2}I\rho d$ということになって，電流$I$が求まる。この$I$を$F=dIB$に代入すればよい。

(d)

導体棒の速度が大きくなると，やがて電池の起電力とローレンツ力による逆起電力とがつり合って，電流が流れなくなり，可動部に力が働かなくなる。したがって導体棒は一定の速度で動くようになる。

問(2) (a)

考え方は問(1) (c)と同じである。導体棒AB，CDそれぞれについて，電流と磁場の作用を考えれば良い。問(1) (c)では，導体棒AB，CDに働く力は同じだから，それぞれに働く力は半分である。

したがって，F'_{CD}については，③でBを$-kB$に，2を1に置き換えれば良い。

$F'_{CD}=-\dfrac{1}{\rho}kB\,(V+dv'kB)$となる。

F'_{AB}では，1本の導線に働く力だから，③で2を1に置き換えれば良い。

$F'_{AB}=\dfrac{1}{\rho}B\,(V-dv'B)$となる。

(b)

$v'=0$になり，負方向に動き出すということは，負方向に働く力の方が大きいということだから，$|F'_{CD}|>|F'_{AB}|$が成立する。

(c)

グラフの意味を考えるだけで，適当か否かが分かる。(ア)はx_2で静止する。しかし，導体棒がx_2にあるとき，可動部には正方向に力が働くので，x_2に静止することはできない。したがって，(ア)は不適当。(イ)は$x=L+h$を超えてどんどん正方向に動く。$x=L+h$を超えると，導体棒ABにも負方向に力が働

くから，正方向にどんどん動くことはない。(イ)は不適当。(エ)は可動部が往復運動しながら，次第に往復の幅が広がっていく。可動部が$x=L$を通過したときのv'がv_1よりも小さいすなわち，$v'=0$になる位置はx_1より小さいということに矛盾する。(エ)は不適当。$x=L$の周辺で次第に小さい幅で往復する(ウ)は，題意に矛盾するところがなく，適当である。

3

問(1) (a)

気体の状態方程式により，気体Aについて，$p_0V_{A0}=RT_0$ ①

気体Bについて，$p_0V_{B0}=2RT_0$ ②

したがって，$2V_{A0}=V_{B0}$，一方$V_{A0}+V_{B0}=2LS$だから，$V_{A0}=\dfrac{2}{3}LS$，$V_{B0}=\dfrac{4}{3}LS$ （答）

(b)

ピストンに遠心力が働いて，気体Bを圧縮する。その分，気体Aは膨張する。気体Aの体積は3/2倍に膨張し，温度は一定だから，圧力は元の圧力p_0の2/3倍になる。同様に，気体Bの体積は3/4倍に収縮したので，圧力はp_0の4/3倍になる。

したがって，$p_{A1}=\dfrac{2}{3}p_0$，$p_{B1}=\dfrac{4}{3}p_0$ （答）

(c)

シリンダーの長さに比べてピストンの直径は十分に短いので，ピストンに働く遠心力は，$ML{\omega_1}^2$

したがって，ピストンに働く力のつりあいの式は，$p_{A1}S+ML{\omega_1}^2=p_{B1}S$ （答）

(d)

気体Aは体積が増大し，圧力が減少する。満足するのは(ア)，(イ)，(エ)

気体Bは体積が減少し，圧力が増大する。満足するのは(イ)，(ウ)，(エ)，(オ)

両方満足するのは(イ)，(エ)

状態 0から1への変化は等温変化だから，曲線の形状からみて最も適切なのは (イ) （答）

(e)

気体Aは温度一定で膨張したのだから，外部に仕事をしたので，$W_{A1}>0$

気体Bは温度一定で収縮したのだから，外部から仕事をされたので，$W_{B1}<0$

気体Bがなされた仕事は気体Aの仕事に，シリンダーの回転による仕事も加わっているので，

$|W_{A1}|<|W_{B1}|$

問(2)(a)

状態1で，気体A，Bの状態方程式はそれぞれ，$p_{A1}LS=RT_0$，$p_{B1}LS=2RT_0$

状態 2 における気体A，Bの温度をT_A，T_Bとして，$p_{A2}LS=RT_A$，$p_{B2}LS=2RT_B$

気体Aは断熱膨張したのだから，元の温度より下がる。したがって，$T_A<T_0$だから，$p_{A1}>p_{A2}$

気体Bは断熱収縮したのだから，元の温度より上がる。したがって，$T_B>T_0$だから，$p_{B1}<p_{B2}$

ピストンに働く力のつりあいの式は，$p_{A2}S+ML{\omega_2}^2=p_{B2}S$

$ML{\omega_2}^2=p_{B2}S-p_{A2}S>p_{B1}S-p_{A1}S=ML{\omega_1}^2$，したがって，$\omega_1<\omega_2$

(b)

　断熱過程なので，気体A，B，大気の間の熱の出入りはない。したがって，熱力学の第２法則により，

ピストンがなした仕事＝(気体Aの内部エネルギーの増加）＋（気体Bの内部エネルギーの増加）

気体Aの内部エネルギーの増加$=\frac{3}{2}R(T_A-T_0)$

気体Bの内部エネルギーの増加$=3R(T_B-T_0)$

したがって，$W_{P2}=\frac{3}{2}R(T_A-T_0)+3R(T_B-T_0)=\frac{3}{2}R(T_A+2T_B-3T_0)$　（答）

(c)

　状態 0から状態 1への過程を過程 1，状態 0’から状態 2への過程を過程 2と呼ぶ。

　気体Aは過程 1では，等温のままLまで膨張する。過程 2では温度を下げながらLまで膨張する。したがって，変化の過程での圧力は過程2の方が大きく下がる。したがって，過程 1の仕事の方が過程 2よりも大きい。　$|W_{A1}|>|W_{A2}|$　（答）

　気体Bは過程1では，等温のままLまで収縮する。過程2では温度を上げながらLまで収縮する。したがって，変化の過程での圧力は過程 2の方が大きく上がる。したがって，過程 2でなされる仕事の方が過程 1よりも大きい。　$|W_{B1}|<|W_{B2}|$　（答）

　また，ピストンと気体Aがした仕事は，気体Bがなされた仕事に等しい。

したがって，$|W_{p1}|=|W_{B1}|-|W_{A1}|$，$|W_{p2}|=|W_{B2}|-|W_{A2}|$だから，$|W_{p1}|<|W_{p2}|$　（答）

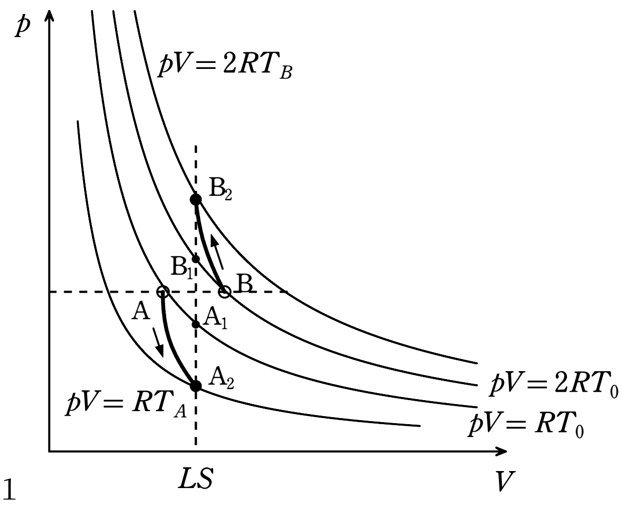

図１

＜解説＞

問(1)　(a)

　気体の状態方程式を利用する。両気体の体積の和はシリンダーの体積である。②式の2は2モルからきている。

(b)

　気体の状態方程式を用いて考えてみよう。

　気体Aについて，$p_{A1}LS=RT_0$，気体Bについて，$p_{B1}LS=2RT_0$

①と(a)の答より，$p_{A1}LS = p_0 V_{A0} = \frac{2}{3} p_0 LS$，したがって $p_{A1} = \frac{2}{3} p_0$

②と(a)の答より，$p_{B1}LS = p_0 V_{B0} = \frac{4}{3} p_0 LS$，したがって $p_{B1} = \frac{4}{3} p_0$

(c)

ピストンは円運動をしているので，遠心力が半径方向外向きに加わる。したがって，つりあいの式は，（気体Ａの圧力がピストンを押す力＋遠心力）＝（気体Ｂの圧力がピストンを押す力）ということになる。

(d)

状態0から1への変化は，両気体とも等温変化であることに注意する。グラフ(エ)の曲線は等温変化ではない。

(e)

グラフ(イ)で，$|W_{A1}|$，$|W_{B1}|$は曲線とV軸とが囲む面積である。明らかに，$|W_{B1}|$の方が大きい。

図１を参照する。図には，気体Ａの状態変化を示す曲線，$pV=RT_0$と$pV=RT_A$，気体Ｂの状態変化を示す曲線，$pV=2RT_0$と$pV=2RT_B$が描かれている。過程1は気体Ａが$pV=RT_0$上をA→A_1，気体Ｂが$pV=2RT_0$上をB→B_1の変化である。気体Ｂがされる仕事の方が気体Ａがする仕事より大きいことが分かる。

問 (2)(a)

気体Ａ，Ｂ，大気の間の熱の出入りはない断熱過程の問題である。気体Ａは断熱膨張だから，温度が下がることに注意する。気体Ｂは断熱収縮だから，温度が上がることに注意する。

(b)

断熱過程だから，エネルギー保存の法則を念頭において，ピストンがなした仕事がどこへ行ったかを考える。熱力学の第２法則によれば，それは，気体Ａ，Ｂの内部エネルギーに転化したと考えることができる。気体Ａの内部エネルギーは減少し（温度が下がる），Ｂの内部エネルギーは増大している（温度が上がる）。

(c)

図１を参照する。過程2は→で示すA→A_2，B→B_2 の変化である。明らかに，V軸と囲む面積はA→A_1の方がA→A_2より大きく，B→B_1の方がB→B_2より小さい。

＜総評＞

第１問が力学，第２問が電磁気，第３問が気体分子の運動，の問題である。難問というわけではないが，的確な物理理解が求められる。問題の対象となる現象や実験の物理過程の全体を把握することが大事である。個々の問題を解きながら，絶えず全過程を意識していく。前問と後問が相互の関係から，思考のヒントを見出すことも大事だ。もちろん，全体として問題は誘導的に構成されている。

結果だけでなく，考え方や計算の過程も記せということだから，部分点を得るという姿勢も大事である。

$\boxed{1}$

直列に連結されたばねの特性を求める問題。扱った経験があれば，難しくはないだろうが，初めて

だと，うっかり間違えてしまいそうな問題である。直列だから，それぞれのばねに小物体の同じ重力が作用する。ばねが二つだから，二つのばねの力で重力を支えているなどと，うっかり考えてはならない（これは並列の場合である）。

一つのばねを半分にすると，それぞれのばね定数は元のばね定数の２倍になる。なぜなら，ばね定数は，単位長さを伸ばすために必要な力だから。ばねを半分にすると，単位長さ伸ばすためには，２倍の力が必要である。ばねの長さが$1/n$になれば，ばね定数は元のばね定数のn倍になる。

二つの異なるばねを直結したとき，ある点において，左右のばねのばね定数が同じになる，ということを発想したことが面白い。ばねの両端を押し縮めると，その点が不動点になる。どこかに，不動点があるはずだ。もしなければ，ばねは全体として移動してしまう。それでは，エネルギー保存の法則に合わない。難易度はＢ。

$\boxed{2}$

磁場中にある導体に電流を流したときの運動に関する問題。現象の過程を的確に整理してかからないと，錯綜する。まず，導体棒に電流を流すと，磁場の作用によって，導体棒に力が働き，導体棒が動き始めるという過程を理解する。次に，導体棒が磁場中で動くと，導体棒の中の電子に力が働いて，起電力が発生するという過程が続く。結果として，導体棒に流れる電流が増減し，導体棒に働く力も変化する。いずれの過程も，基本になっている物理法則は，電流におよぼす磁場の作用であり，ローレンツ力に基づくものである。それらの関係は，フレミングの左手の法則，あるいは電流方向から磁場方向への右ねじの法則として表現される。

問１では，一様な磁場中を電流の流れる導体棒の運動に関する。ここでは，動いている導体棒に逆起電力が発生するので，次第に電流が減少していく。逆起電力と電池の起電力とがつり合って，電流が流れなくなると，導体棒に磁場からの力が作用しなくなるから，導体棒の速度は一定になる。

逆に導体棒の速度が一定になって変化しなくなるということは，力が働いていないということであり，電流が流れていないということである。

問２では，一様な磁場と、ある境界で磁場の方向が反転した磁場での導体棒の運動に関する。磁場が反転すると，働く力の方向が逆になり，また起電力の向きも逆になることに注意しなければならない。

電磁誘導の基本的な理解を問うものであり，教科書を的確に理解していれば良く，計算も複雑ではないので，難問というわけではない。しかし，やや錯綜しがちな物理過程を扱うので難易度Ａ－。

$\boxed{3}$

理想気体の状態変化に関する問題。状態方程式，等温変化，断熱変化，熱力学の第２法則などを理解しておく必要がある。加えて，ピストンを動かす方法として，回転による遠心力を利用しているので，円運動についての理解も必要である。

問(1)は気体Ａ，Ｂ，大気間で熱の出入りがあり，温度は周囲の大気温度と平衡する環境下での問題である。したがって，気体の状態変化としては等温変化であることを，まずは理解しておくこと。

問(2)は断熱変化である。気体Ａは断熱膨張，Ｂは断熱収縮である。それぞれにおいて発生する物理現象を理解しておくこと。もちろん，教科書に全て載っている。難易度は問(1)はＢ，問(2)はＡ－。

121210