2014（H26）年度 新潟大学　理系前期　入学試験　物理解説

$\boxed{1}$ 注意　全学部受験者用

＜解答＞

問１

(1)

AとBを合せた物体系の運動エネルギーは $\frac{1}{2}(m+M)V^2$　　（答）

運動量は $(m+M)V$　（答）

(2)

AとBを合せた物体系の運動エネルギーは，初期においては，Bの速さ v_0 によるもののみだから，

エネルギー保存の法則により，$\frac{1}{2}m{v_0}^2=\frac{1}{2}(m+M)V^2+mgh$　①

水平方向の初期の運動量は mv_0 だから，運動量保存の法則により，$mv_0=(m+M)V$　②

②から，$V=\frac{m}{M+m}v_0$　③　（答）

①，③から，$h=\frac{M{v_0}^2}{2(m+M)g}$　（答）

(3)

物体Aの速さは，右向きに，$\frac{2m}{M+m}v_0$　（答）

物体Bの速さは，左向きに，$\frac{M-m}{M+m}v_0$　（答）

問２

(1)

$Ma_A=N\sin\theta$　（答）

(2)

$ma_B=mg\sin\theta+ma_A\cos\theta$　（答）

(3)

$mg\cos\theta=N+ma_A\sin\theta$（答）

(4)

$a_B=\frac{(m+M)g\sin\theta}{M+m\sin^2\theta}$　（答）

＜解説＞

簡単な実験系の設定であるが，本質的にはなかなか難しい物理理解が求められる問題である。特に，慣性力の考え方を的確に理解していることが必要である。この問題を理解していれば，より複雑な実験系の設定でも正しく扱うことができよう。

問１

(1)

小物体Bが最高点に達したということは，そのとき物体Aに対してBが停止したということだから，

小物体Bの速さは物体Aと同じ。したがって，AとBを合せた物体系の運動エネルギーは

$\frac{1}{2}(m+M)V^2$，また運動量は$(m+M)V$

⑵

エネルギー保存の法則によれば，

（物体Bの初期の運動エネルギー）＝（物体Aの運動エネルギー）＋（物体Bの運動エネルギー）
＋（物体Bの位置エネルギー）

となる。

⑶

物体A，Bが離れて運動しているときの速さをそれぞれ，v_A，v_Bとする。

エネルギー保存の法則により，

$\frac{1}{2}mv_0{}^2=\frac{1}{2}mv_B{}^2+\frac{1}{2}Mv_A{}^2$　①

運動量保存の法則により，$mv_0=-mv_B+Mv_A$　②

①，②から$v_B=\frac{M-m}{M+m}v_0$，$v_A=\frac{2m}{M+m}v_0$

物体Bは，物体Aの斜面を滑り落ちるのだから，左向きに運動する。

物体Aの運動は，物体Bの初期の右向きの運動によって，右向きの速さを与えらている。そして，物体Bは斜面を左向きに滑り落ちるのだから，物体Aの右向きの速さは増大する。

問2

⑴

図1

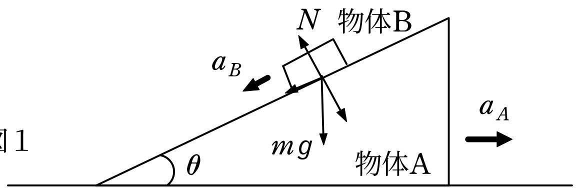

図1を参照する。物体Aには，物体Bが斜面を押す力（すなわち垂直抗力Nに等しい）の水平方向成分が働くので，運動方程式は

$Ma_A=N\sin\theta$　③

物体Bと物体Aの間には摩擦力が働かないので，物体Bの運動には，加速度a_Aは影響しない。

⑵

斜面に固定された座標系からみると，物体Bには水平方向に斜面の移動方向とは逆方向に慣性力ma_Aが働く。加えて，重力の加速度の斜面方向成分が働く。したがって，斜面に固定された座標系での物体Bの運動方程式は，$ma_B=mg\sin\theta+ma_A\cos\theta$　④

⑶

物体Bには斜面垂直方向に，重力の斜面垂直方向成分と慣性力の斜面垂直方向成分が働く。これらが垂直抗力とがつり合う。したがって，つり合いの式は

$mg\cos\theta=N+ma_A\sin\theta$　⑤

⑷

③から，$N=\frac{Ma_A}{\sin\theta}$　⑥，これを⑤に代入して整理すると，$a_A=\frac{mg\sin\theta\cos\theta}{M+m\sin^2\theta}$　⑦，これを④に代入して整理すると，

$$a_B = g\sin\theta + \frac{mg\sin\theta\cos^2\theta}{M+m\sin^2\theta} = \frac{(m+M)g\sin\theta}{M+m\sin^2\theta}$$

$\boxed{2}$ 注意　教育学部，理学部（数学科・物理学科・生物学科・地質科学科・自然環境科学科）
工学部および農学部受験者用

<解答>

［1］

①　$R_a - r_A$　　②　$\dfrac{r_V R_b}{r_V - R_b}$　　③　1.0　　④　9.1×10^3　　⑤　(a)　　⑥　(b)

［2］

問１　$V_1=0$

鉄心の中の磁束は変化せず一定である。

問２　$\phi_1 = \dfrac{V_0 t_1}{N_1}$

問３　$V_2 = \dfrac{N_2 V_0}{N_1}$

問４　$\dfrac{I_2}{I_1} = \dfrac{N_1}{N_2}$

問５

交流電源から供給される電気的エネルギーがコイル１に電流を流して，電磁誘導により変化する磁束を発生させて磁気的エネルギーとなる。磁束によって鉄心は電磁石となり，その変化する磁束がコイル２を貫くことにより電磁誘導による電流と電位をコイル２に発生させて，電気的エネルギーとなる。

<解説>

［1］

抵抗値の測定という基本的な電気測定に関わる問題。抵抗値の定義からして，抵抗の両端に加えた電圧と流れる電流がわかれば，抵抗値が求まる。その際，電圧を知るには電圧計，電流を知るには電流計による測定が必要である。

ところが測定に用いる電圧計，電流計，電源には内部抵抗があるため，正確な抵抗値の測定が不可能で，誤差が入ることを防ぐことができない。この問題では電圧計，電流計の接続方法の異なる二つの回路について，抵抗の測定誤差を求める。

①

電流計を流れる電流をI_A（電流計による測定電流），電圧計で測定した電圧をV_Vとする。

図１(a)において，測定抵抗は $R_a = \dfrac{V_V}{I_A} = \dfrac{E}{I_A}$

キルヒホッフの法則により $I_A R + I_A r_A = E$，したがって $R = \dfrac{E}{I_A} - r_A = R_a - r_A$

すなわち，真の抵抗値は測定抵抗値から電流計の内部抵抗値を引いたものとなる。逆に言えば，(a)の抵抗測定方法では，真の抵抗と電流計の抵抗の和を測定することになる。このことは，回路図(a)を

直視すれば，直感的に解ることだろう。
②
　抵抗を流れる電流をI_Rとする。
図１(b)において測定抵抗は $R_b=\dfrac{V_V}{I_A}=\dfrac{I_RR}{I_A}$，したがって $R=\dfrac{I_AR_b}{I_R}$　(*)
キルヒホッフの法則により $I_A=I_V+I_R$，$I_RR=I_Vr_V$，
したがって，$I_A=I_R+\dfrac{I_RR}{r_V}=I_R\left(\dfrac{r_V+R}{r_V}\right)$　(**)
(**)を(*)に代入すると，$R=\left(\dfrac{r_V+R}{r_V}\right)R_b$，したがって$R=\dfrac{r_VR_b}{r_V-R_b}$
③
　①において，$R=R_a-r_A$ から，$|R-R_a|=r_A=1.0\ \Omega$
④
　②において，$R_b=\dfrac{r_VR}{r_V+R}$，$R-R_b=\dfrac{R^2}{r_V+R}=\dfrac{10^{10}}{10^6+10^5}=\dfrac{10^5}{10+1}=9.1\times10^3\ \Omega$
⑤
　③＜④の関係により，③の方が測定値と真の値との差が小さい。したがって，(a)の接続方法の方が真の値に近い測定値が得られる。
⑥
　「電圧計の接続による回路への影響が無視できる」とはどういうことか。ここを理解しないと，解答できない。回路に発生する物理現象は電流が流れるということだから，ここで「回路への影響」とは電流が流れるということである。したがって，電圧計を接続しても，回路の電流の流れ方に変化がないということ，すなわち電圧計には電流が流れないということである。電圧計に電流が流れないということは，電圧計の内部抵抗r_Vが無限大と見なせるということである。
　(a)では，$|R-R_a|=r_A$ だから，$|R-R_a|$ は電圧計に流れる電流とは無関係である。
一方，(b)では$R-R_b=\dfrac{R^2}{r_V+R}$ だから，r_V が大きくなるにつれ，$R-R_b$ が小さくなり0 に近づく。
したがって，電圧計の接続による回路への影響が無視できる場合には，(b)の接続方法によって正確な測定値が得られる。
[２]
　理想的な変圧器という単純な実験系の基本動作の理解を問う問題である。こういう基本的問題に答えるためには，的確な物理理解が欠かせない。これらは教科書記載事項を理解できていれば，対応できることである。教科書を熟読し，掲載されている問題を解き，解らないことは先生に積極的に質問して，理解を確かなものにしよう。
問１
　電力の損失が無視できる理想的な変圧器ということだから，コイルの抵抗は0とみなせる。したがって，電流I_1が一定ということは，$V_1=0$である。両端の電圧が0なのにコイルに電流が流れるのはなぜか？。電源には内部抵抗があり，電源による起電力と内部抵抗による電圧降下が等しいからである。
　コイル１に流れる電流I_1が一定であり，鉄心の中の磁束は電流によって作られるから，変化しない。
問２
　短い時間t_1に電位差$V_1=V_0$が生じたということは，コイルに電流が流れ，その電流が鉄心中に磁束

を作り，磁束がコイルに起電力を発生させ，電位差を生じさせたということである。したがって，

鉄心中に発生した時刻t_1での磁束をϕ_1とすれば，磁束変化は$\dfrac{\phi_1}{t_1}$だから，

発生する電位は$V_0=\left|-\dfrac{N_1\phi_1}{t_1}\right|$，したがって$\phi_1=\dfrac{V_0 t_1}{N_1}$

問３

$V_2=\left|-\dfrac{N_2\phi_1}{t_1}\right|$だから，$V_2=\dfrac{N_2V_0}{N_1}$，当然ながらコイルの巻き数に比例する。

問４

電力の損失が無視でこきるということだから，コイル１の電力とコイル２の電力は等しい。したがって，$I_1V_1=I_2V_2$，$\dfrac{I_2}{I_1}=\dfrac{V_1}{V_2}=\dfrac{N_1}{N_2}$

問５

交流電源がコイル１に電流を流すことにより電気的エネルギーを供給する。コイル１を流れる交流電流は電磁誘導により，変化する磁束を発生する。この磁束は鉄心を電磁石にするから，変化する磁束がコイル２を貫く。すると電磁誘導により，コイル２に電流と電位が発生して，電気的エネルギーが発生する。このような，エネルギー変換の過程を文章として簡潔に記述すれば良い。

$\boxed{3}$　注意　教育学部，理学部（物理学科 ），医学部，歯学部および農学部受験者用

<解答>

［１］

図１を参照する。

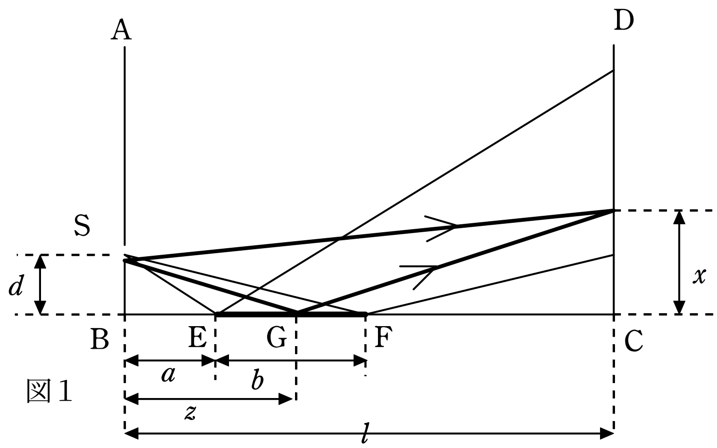

図１

問１

xが最大となるのは，光が鏡の左端Ｅで反射したときで$d:x=a:(l-a)$だから，$x=\dfrac{d(l-a)}{a}$

xが最小となるのは，光が鏡の右端Ｆで反射したときで，

$d:x=(a+b):(l-a-b)$だから，$x=\dfrac{d(l-a-b)}{a+b}$

したがって，$\dfrac{d(l-a-b)}{a+b}\leqq x\leqq\dfrac{d(l-a)}{a}$

問２

スリットＳから直接伝わる光と鏡で反射してくる光の干渉によって明線ができる。

スリットＳとスクリーンＤの位置xとの距離L_1は

$$L_1=\sqrt{l^2+(x-d)^2}=l\sqrt{1+\left(\frac{x-d}{l}\right)^2}\fallingdotseq l\left\{1+\frac{1}{2}\left(\frac{x-d}{l}\right)^2\right\}=l+\frac{(x-d)^2}{2l}$$

一方，鏡に入射する位置をＧとして，BG$=z$とおく。ただし，$a\leqq z\leqq a+b$である。

$d:x=z:(l-z)$だから，$z=\dfrac{dl}{x+d}$，するとＳからＧで反射してxに来るまでの距離L_2は

$$L_2=\sqrt{d^2+z^2}+\sqrt{x^2+(l-z)^2}=z\sqrt{1+\left(\frac{d}{z}\right)^2}+(l-z)\sqrt{1+\left(\frac{x}{l-z}\right)^2}$$

$$\fallingdotseq z+\frac{d^2}{2z}+(l-z)+\frac{x^2}{2(l-z)}=l+\frac{(x+d)^2}{2l}$$

両者の距離差は，$L_2-L_1\fallingdotseq\dfrac{(x+d)^2}{2l}-\dfrac{(x-d)^2}{2l}=\dfrac{2xd}{l}$

反射によって逆位相になるので，この距離差が（波長λの整数倍＋半波長）に等しいxで明線ができる。すなわち，$\dfrac{2xd}{l}=\left(m+\dfrac{1}{2}\right)\lambda$，ただし$m=0$，１，２，．．

したがって明線のできる条件は，

$\dfrac{d(l-a-b)}{a+b}\leqq x\leqq\dfrac{d(l-a)}{a}$を満たす$x=\dfrac{l}{2d}\left(m+\dfrac{1}{2}\right)\lambda$　　（$m=0$，１，２，．．．）

問３

問２のxから解るように，mが一つ違う場合のxの変化は$\dfrac{l}{2d}\lambda$

したがって，Ｄ上にできる干渉縞の間隔は$\dfrac{l}{2d}\lambda$

問４

$\lambda=5.5\times10^{-7}$ m，$l=2.0$ m，$d=5.0\times10^{-4}$ m，$a=10$ cm，$b=90$ cm

干渉縞の間隔は$\dfrac{l}{2d}\lambda=\dfrac{2\times5.5\times10^{-7}}{2\times5.0\times10^{-4}}=1.1\times10^{-3}m=0.11$ cm，また$\dfrac{l}{4d}\lambda=0.055$ cm

$\dfrac{d(l-a-b)}{a+b}\leqq x\leqq\dfrac{d(l-a)}{a}$において

$$\frac{d(l-a-b)}{a+b}=\frac{5(200-10-90)\times10^{-2}}{10+90}=0.05\text{ cm}$$

$$\frac{d(l-a)}{a}=\frac{5(200-10)\times10^{-2}}{10}=0.95\text{ cm}$$

$0.05\leqq\dfrac{l}{2d}\left(m+\dfrac{1}{2}\right)\lambda\leqq0.95$，$0.05-0.055\leqq\dfrac{lm}{2d}\lambda\leqq0.95-0.055$，$-0.005\leqq0.11m\leqq0.895$

したがって$0\leqq m\leqq8$，整数mの数は9個だから，明線の本数は9本

問５

明線の間隔は問３の式から解るように，波長に比例する。波長の長い順に赤，緑，紫だから，明線の間隔が広い順は，赤，緑，紫である。

［2］

問1

屈折の法則によれば，面ACでの光の入射角と屈折角の間には，$\dfrac{\sin\theta_i}{\sin\theta_o}=\dfrac{1}{n}$

ただし空気の屈折率を1とし，$\theta_i=60°$，$n=\sqrt{3}$だから，$\sin\theta_o=\sqrt{3}\sin 60°=\dfrac{3}{2}>1$

となって，屈折角θ_oは存在しない。したがって，光は面ACで全反射し，空気中に出ていかない。

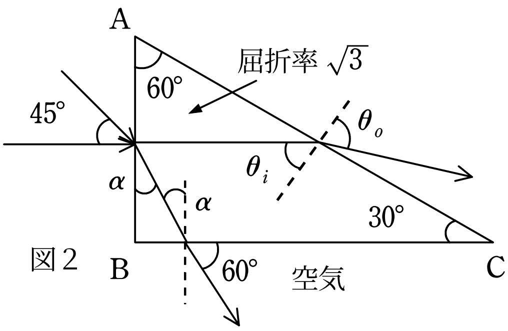

図2

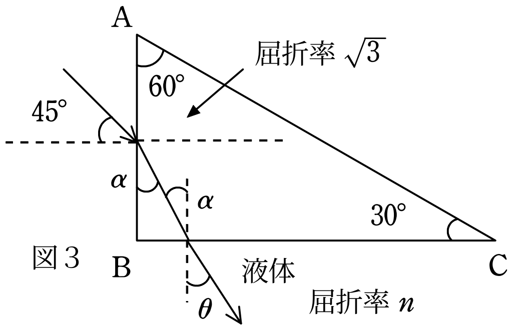

図3

問2

(1)

面ABでの光に屈折の法則を適用して，$\dfrac{\sin 45°}{\sin(90°-\alpha)}=\dfrac{\sqrt{3}}{n}$　①

面BCでの光に屈折の法則を適用して，$\dfrac{\sin\alpha}{\sin 30°}=\dfrac{n}{\sqrt{3}}$

両式からnを求めると，$n=2$　（答）

(2)

①から，$\cos\alpha=\dfrac{n}{\sqrt{6}}$　②

面ABで全反射しないためには $\alpha>0$，$\dfrac{n}{\sqrt{6}}=\cos\alpha<1$，$n<\sqrt{6}$　③

面BCでの屈折角をθとして，$\dfrac{\sin\alpha}{\sin\theta}=\dfrac{n}{\sqrt{3}}$，したがって $\sin\alpha=\dfrac{n}{\sqrt{3}}\sin\theta$　④

②，④からαを消去する。$\sin^2\alpha+\cos^2\alpha=1=\dfrac{n^2}{6}+\dfrac{n^2}{3}\sin^2\theta$，$\sin^2\theta=\dfrac{3}{n^2}-\dfrac{1}{2}$

面BCで全反射しないためには，$\theta<90°$だから $0\leqq\dfrac{3}{n^2}-\dfrac{1}{2}<1$，したがって $2<n^2\leqq 6$

したがって，$\sqrt{2}<n\leqq\sqrt{6}$，③を考慮して $\sqrt{2}<n<\sqrt{6}$　（答）

＜解説＞

［1］

光の干渉に関する問題である。図1を参照しながら考えよう。ここで干渉とは，どの光と光の干渉かを明らかにしておかなければならない。細いスリットSからスクリーンDに直接来る光と，鏡で反射してスクリーンに達する光の干渉である。スリットが細いと回折によって，光が広がってスクリーンに直接達する光と鏡で反射して達する光とが重なることになる。

問１

図１で光が反射する鏡の位置によって，光がスクリーンに達する位置xがどう変わるかを考える。反射位置がEからFに向かって動くにつれ，xが小さくなっていくことが解る。xが最大となるのは，光が鏡の左端Eで反射したとき，xが最小となるのは，光が鏡の右端Fで反射したときである。

問２

スリットSから直接伝わる光と鏡で反射してくる光の干渉によって明線ができる。

スリットSとスクリーンDの位置xとの距離L_1と，光が鏡に入射する位置をGとして，SからGで反射してxに来るまでの距離L_2の差を求める。計算に際しては，与えられた近似計算の式を利用する。

両者の距離差は，$L_2-L_1 \fallingdotseq \frac{(x+d)^2}{2l}-\frac{(x-d)^2}{2l}=\frac{2xd}{l}$ と求まる。

ここで注意することは，反射によって逆位相になるので，この距離差が（波長λの整数倍＋半波長）に等しいxで明線ができるということである。逆位相になるということは，光波の位相がπずれる，すなわち半波長ずれるということになる。

すなわち，$\frac{2xd}{l}=\left(m+\frac{1}{2}\right)\lambda$，ただし $m=0$，１，２，．．

問３

問２のxから容易に求めることができる。

問４

具体的に数値を当てはめて考える。単位としてm（メートル）とcm（センチメートル）が使われていることに注意する。

問５

明線の間隔は問３の式から解るように，波長に比例する。光の色と波長の関係は覚えておかなければならない。

［２］

直角プリズムでの光の屈折に関する基礎的な問題。問題は単純な構成であるから，屈折の法則と全反射の意味をを理解していなければならない。

問１

図２のような図を描いて考えよう。プリズムから空気へ光が出るときの屈折の問題。屈折率が大きい媒質（ここではプリズム）から小さい媒質（ここでは空気）へ光が出るとき，全反射が起きて，光が出ていかない条件がある。全反射が起きる入射角を臨界角といい，臨界角以上の入射角では全反射が起きて光が空気中に出ていかない。　屈折の法則によれば $\frac{\sin\theta_i}{\sin\theta_o}=\frac{1}{n}=\frac{1}{\sqrt{3}}$，$\theta_o=90^\circ$になる$\theta_i$が臨界角だから，この問題の臨界角は

$\sin\theta_{ic}=\frac{1}{\sqrt{3}}=\frac{\sqrt{3}}{3}<\frac{\sqrt{3}}{2}=\sin 60^\circ$，したがって臨界角$\theta_{ic}<60^\circ$ だから，この問題の入射角$\theta_i=60^\circ$は臨界角より大きい。したがって，全反射が起きるので，光は空気中へ出ていかない。

問２

図３のような図を描いて考えよう。プリズムから液体へ光が出ていくためには，面ABで全反射しない，面BCで全反射しない，という二つの条件が必要である。各面での屈折の式に，二つの条件を適用して，液体の屈折率に対する条件を求める。

$\boxed{4}$ 注意　理学部（数学科・物理学科・生物学科・地質科学科・自然環境科学科），

医学部，歯学部および工学部受験者用

＜解答＞

問１

ボイル・シャルルの法則により，

$$\frac{P_0V_0}{T_0}=\frac{3}{2}P_0V_0\times\frac{1}{T_B}=\frac{1}{2}P_0\times3V_0\times\frac{1}{T_C}=\frac{1}{2}P_0\times V_1\times\frac{1}{T_D}=\text{一定}$$

$$T_B=\frac{3}{2}T_0\,,\ T_C=\frac{3}{2}T_0\,,\ T_D=\frac{V_1}{2V_0}T_0$$

問２

BからCへの状態変化で気体がした仕事は，直線BCとV軸との間の面積に等しいから，

$$\frac{1}{2}P_0(3V_0-V_0)+\frac{1}{2}\times P_0(3V_0-V_0)=2P_0V_0$$

問３

熱力学第一法則により，気体の内部エネルギーの変化は$\Delta U=Q+W$

ここで$\Delta U=\frac{3}{2}R\,(T_0-T_D)$，断熱変化だから$Q=0$，DからAの状態変化で気体は圧縮され仕事をされるので$W>0$，したがって$\Delta U=Q+W=W>0$，$\therefore\ T_D<T_0$，ここでRは気体定数。

問４

2点，$\mathrm{B}\left(V_0\,,\frac{3}{2}P_0\right)$，$\mathrm{C}\left(3V_0\,,\frac{1}{2}P_0\right)$を通る直線の方程式は，$P=-\frac{P_0}{2V_0}V+2P_0$　①

ボイル・シャルルの法則により，$\frac{P_0V_0}{T_0}=\frac{PV}{T}$　②

①，②からVを消去して，$T=-\frac{2T_0}{{P_0}^2}P^2+\frac{4T_0}{P_0}P$

問５

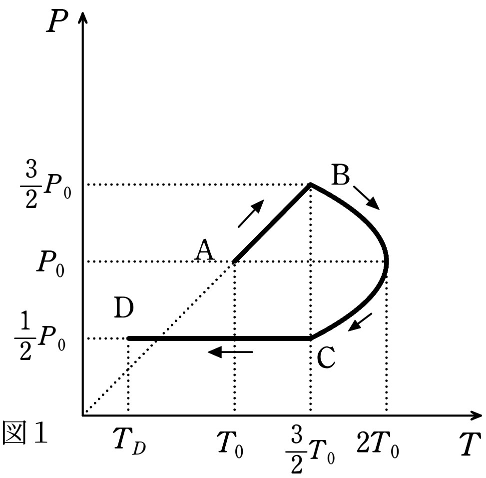

図１

解答図１から，温度TはB→Cの変化において，最大値をとる。

問４から，$T=-\frac{2T_0}{{P_0}^2}P^2+\frac{4T_0}{P_0}P=-\frac{2T_0}{{P_0}^2}(P-P_0)^2+2T_0$だから，$P=P_0$において$T$は最大値は$2T_0$をとる。

問６

　C → D の変化において熱力学の第一法則により，$\varDelta U = Q + W$

　気体の内部エネルギーの変化は $\varDelta U = C_V\,(T_D - T_C)$

　温度変化に必要な熱量は $Q = C_p\,(T_D - T_C)$

　気体がなされる仕事は $W = \dfrac{1}{2}P_0 \times (3V_0 - V_1) = \dfrac{3}{2}P_0V_0 - \dfrac{1}{2}P_0V_1$

$$= \frac{3}{2}P_0V_0 - \frac{P_0V_0T_D}{T_0} = \frac{P_0V_0}{T_0}\left(\frac{3}{2}T_0 - T_D\right) = \frac{P_0V_0}{T_0}(T_C - T_D)$$

　したがって，$C_V\,(T_D - T_C) = C_p\,(T_D - T_C) - \dfrac{P_0V_0}{T_0}(T_D - T_C)$

　$\therefore\ C_p = C_V + \dfrac{P_0V_0}{T_0}$

＜解説＞

　理想気体の状態変化に関する問題。体積Vと圧力Pの状態変化曲線が示す温度や圧力を求める。

問１

　ボイル・シャルルの法則を用いる。すなわち「一定量の気体の体積Vは，絶対温度Tに比例し，圧力Pに反比例する。$\dfrac{PV}{T} =$一定」を適用すれば，容易である。

　nモルの気体に対してこの一定値はnRで，Rは気体定数である。$PV = nRT$を状態方程式という。この関係は気体の状態が変化しても成立する。したがって，

　A点の状態方程式は$P_0V_0 = RT_0$

　B点の状態方程式は$\dfrac{3}{2}P_0V_0 = RT_B$，$\therefore\ T_B = \dfrac{3}{2}\dfrac{P_0V_0}{R} = \dfrac{3}{2}T_0$

　C点の状態方程式は$\dfrac{1}{2}P_0 \times 3V_0 = RT_C$，$\therefore\ T_C = \dfrac{3}{2}\dfrac{P_0V_0}{R} = \dfrac{3}{2}T_0$

　D点の状態方程式は$\dfrac{1}{2}P_0 \times V_1 = RT_D$，$\therefore\ T_D = \dfrac{P_0V_1}{2R} = \dfrac{V_1}{2V_0}T_0$

問２

　B → C の変化では気体が膨張するから，外部に仕事をする。圧力$P(V)$で気体が$\varDelta V$膨張したとき，外部にする仕事は，$P(V)\varDelta V$である。教科書に記載されている。したがって問題図から，B → C の変化で気体がする仕事は，$\displaystyle\int_{V_0}^{3V_0} P(V)\,dV$，すなわち直線 BC と$V$軸との間の面積である。

問３

　断熱圧縮だから，熱の放出，吸収はない。圧縮されたということは仕事をされたのだから，その仕事は気体の温度上昇になる。熱力学第一法則を理解し，記述できることが必要だ。

問４

　直線の方程式を求めることは，2点のVP座標が既知だから，数学の直線の方程式を求める公式を適用すれば良い。ボイル・シャルルの法則によりVをPとTによって表して，TをPの関数として表す。

問５

　各点の温度と圧力は問題図と問１～４で明らかだから，$(T,\ P)$座標面にA点，B点，C点，D点をとる。各点間をどのような線で結ぶべきかを考える。

A → B は定積変化だから，ボイル・シャルルの法則により，TとPは直線関係になる。

B → C は問４で求めたように，$T=-\dfrac{2T_0}{{P_0}^2}P^2+\dfrac{4T_0}{P_0}P=-\dfrac{2T_0}{{P_0}^2}(P-P_0)^2+2T_0$と2次曲線だから，$P=P_0$で，$T$は最大値$2T_0$をとる。

C → D は定圧変化だから，T 軸に平行な直線である。

問６

定圧モル比熱と定積モル比熱の関係を求める問題である。

C → D の定圧変化では，体積を圧縮しつつ熱を外部に放出している。

気体の内部エネルギーは温度のみに依存するから， 体積一定の下での温度変化による内部エネルギーの変化に等しいから，定積モル比熱を用いて，$\Delta U=C_V\,(T_D-T_C)$

1モルの定圧変化において1Kの温度変化を起こすのに必要な熱量がC_pだから，$Q=C_p\,(T_D-T_C)$

一定圧力$\dfrac{1}{2}P_0$で体積が $3V_0$からV_1に圧縮されるので，気体がなされる仕事は$W=\dfrac{1}{2}P_0\times(3V_0-V_1)$

$C_p=C_V+\dfrac{P_0V_0}{T_0}=C_V+R$，$C_p-C_V=R$ なる関係が求まる。

＜総評＞

例年同様に新潟大学の物理の問題はシンプルな物理系を対象とした基礎的な問題である。それだけに，的確な知識，理解，思考が問われる。「こんな物理系を実現できるか！」と驚く仮想的な実験系ではない。良問と感じる。

教科書の記載と問題を反復学習してしっかり理解すれば，概ね対応できるだろう。

$\boxed{1}$

簡単な実験系の設定であるが，本質的にはなかなか難しい物理理解が求められる問題である。特に，慣性力の考え方を的確に理解していることが必要である。この問題を理解していれば，より複雑な実験系の設定でも正しく扱うことができよう。

問１

摩擦のない運動におけるエネルギー保存の法則と運動量保存の法則を利用する問題。ことさら難しいところはないだろう。難易度Ｂ。

問２

物体が斜面を滑り落ちるとき，斜面に力が働く。斜面が床に固定されていない場合，斜面は加速度運動をする。したがって，斜面に固定された座標系で観測する物体には慣性力が働くことになる。この慣性力は，斜面と物体との間に働く力（斜面から物体へ働く力が垂直抗力）の大きさにも影響する。

慣性力に関する的確な理解を必要とするので，やや難しい。難易度Ｂ＋。

$\boxed{2}$

［１］

抵抗値を測定する回路に関する問題。電源，電圧計，電流計の内部抵抗が存在する実際の回路では，誤差が避けられない。電圧計，電流計の接続方法によって，誤差の程度が異なる。測定回路は単純なものだから，オームの法則，キルヒホッフの法則を理解していれば難しい問題ではない。難易度Ｂ－。

［２］

変圧器の基本動作の理解を問う問題。問１，問２は意外にも難しいかも知れない。磁束変化がない

と，コイルに電圧は発生しない。ところが，交流電源が接続されているのだから，電圧はどうなるのだろう？などと疑問が生じてしまうからだ。しかし，電流が一定で，コイルの抵抗は無視できるのだから，コイルの両端には電位差はない。難易度Ｂ。

$\boxed{3}$

［1］

　光波の干渉の問題。干渉する２つの光が達するまでの距離差を求める計算が多い。多少の違いはあっても，計算の方法はほぼ同じだから，慣れておきたい。ここでは，鏡で反射したとき，逆位相になるということである。この意味を半波長ずれると理解できると良い。やや戸惑うかも知れない。

　問２は難易度Ｂ＋，問４は難易度Ｂ，他は難易度Ｃ。

［2］

　プリズムでの光の屈折と全反射に関わる問題。光の屈折の法則と全反射という基礎知識を理解しておくこと。問１は全反射するかどうか，入射角が臨界角より大きいかを判断すれば良い。難易度Ｃ

　問２は屈折の式から全反射をしない条件を求める。⑴は難易度Ｃ，⑵は難易度Ｂ。

$\boxed{4}$

　理想気体の状態変化に関する問題。体積と圧力の状態変化図から，温度変化，気体がした仕事，内部エネルギー変化などを求める。基礎的な問題だから，的確に解きたい。問１～３は難易度Ｃ。問４問５は難易度Ｂ，問６は熱力学の第一法則と内部エネルギーの的確な理解が必要だ。難易度Ｂ＋。

150201