平成18年度入学試験問題

理　　科

（注　意　事　項）

1. 問題冊子は指示があるまで開かないこと。
2. 届け出た選択科目以外は解答してはならない。
3. 問題冊子のページ及び解答紙は次のとおりである。「始め」の合図があったら届け出た選択科目についてそれぞれを確認すること。

	問題冊子	解答紙	
科目	ページ	解答紙番号	枚数
物理Ⅰ・物理Ⅱ	1 ～ 12	18 ～ 20	3
化学Ⅰ・化学Ⅱ	13 ～ 32	21 ～ 27	7
生物Ⅰ・生物Ⅱ	33 ～ 50	28 ～ 33	6
地学Ⅰ・地学Ⅱ	51 ～ 62	34 ～ 38	5

4. 各解答紙の2箇所に受験番号を記入すること。
5. 解答はすべて解答紙の所定の欄に記入すること。
6. 計算その他を試みる場合は，解答紙の裏又は問題冊子の余白を利用すること。
7. 医学部保健学科看護学専攻の配点は，表示されるものの $\frac{2}{5}$ です。

◇M5(080—55)

物　理　I・物　理　II

〔1〕 図1(a)に示すように，質量 m〔kg〕の小物体，斜面AB，水平面BC，水平な上面DEをもつ質量 M〔kg〕の台，点Oを中心とする半径 R〔m〕の円弧状斜面FLがある。点Oは点Fの鉛直線上にある。斜面ABと水平面BCの接続は滑らかで，接続部は十分短く斜面ABは平面と考えられる。斜面ABの傾斜角は θ〔rad〕であり，点Aは点Bより h〔m〕高い。台は，ばね定数が k〔N/m〕で質量が無視できるばねにより支えられている。最初，台は静止しており，面DEと水平面BCは同じ高さにある。台は面DEを常に水平に保ち上下方向にのみ運動可能である。重力加速度の大きさを g〔m/s^2〕とする。また断りのない限り，空気抵抗，小物体の大きさ，小物体と面との間の摩擦，台とそれが接している面との間の摩擦は無視できるものとする。以下の問いに答えよ。(45点)

問 1. 次の文章中の〔 ア 〕から〔 オ 〕の空欄を適当な数式で埋めよ。

小物体を点Aに置き，静かに離した。斜面ABを滑り，点Bに達した小物体の速さは〔 ア 〕となった。その後小物体は水平面BC上を移動し，滑らかに面DEに進入した。すると台は移動する小物体を乗せたまま下降しはじめた。小物体を乗せた台の運動は，ばねによる上下方向の単振動と同じと考えると，単振動の振幅は〔 イ 〕，周期は〔 ウ 〕である。半周期後，台が下降から上昇に転じる瞬間，図1(b)のように面DEの高さは点Fと同じになり，また，小物体はちょうど点Eに達した。このときDE間の距離は〔 エ 〕である。その後，小物体は滑らかに円弧状斜面FLに乗り移り，台は振幅〔 オ 〕で単振動した。

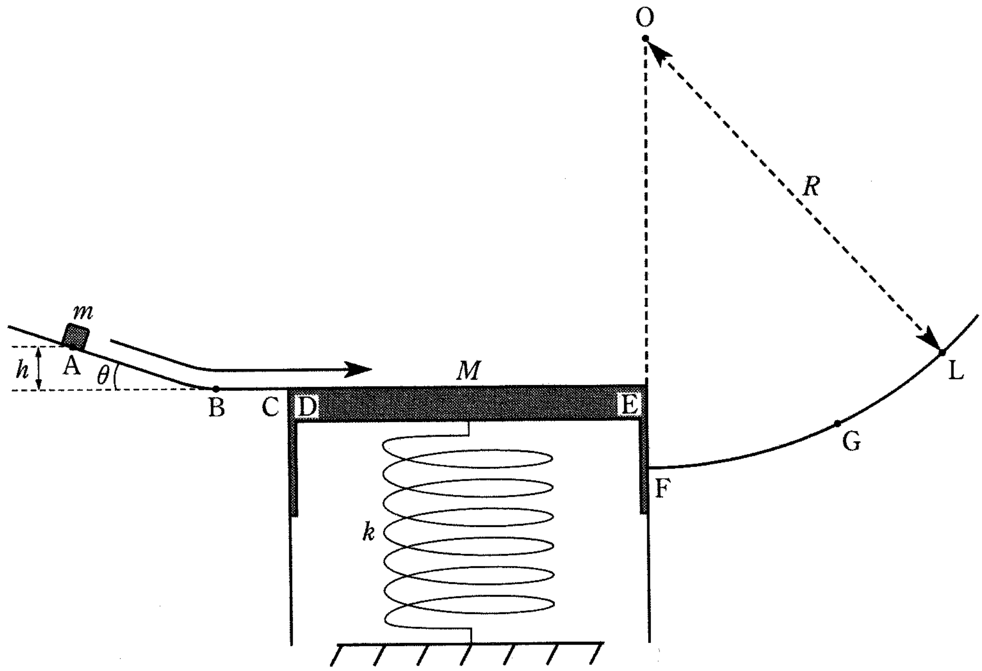


図1(a)

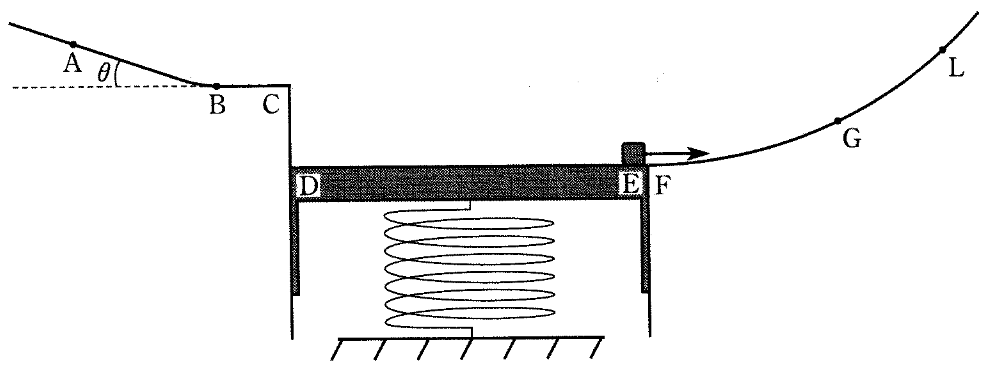


図1(b)

問 2. その後の小物体と台の運動について以下の問いに答えよ。

(1) 小物体は円弧状斜面を登り，FL 上の点 G まで達したあと，逆方向に下りはじめた。点 G は点 F よりどれだけ高いか。

(2) 円弧 FG の長さが半径 R にくらべてかなり小さく，小物体の運動は振幅の小さい単振り子と同じとみなせるとする。このとき，小物体が円弧状斜面 FG を往復する時間を求めよ。

(3) 小物体が点 F に戻ってきたとき，ちょうど台は上下に一往復したところであった。したがって面 DE の高さは点 F と同じになり，再び小物体は台に乗り移った。この場合の半径 R を他の記号を用いて表せ。

問 3. その後，小物体は再び台から水平面 BC に乗り移り，最初に点 A でもっていた力学的エネルギーを保ったまま点 B に到達し，斜面 AB を登りはじめた。ところが小物体が点 B に戻るまでの間に斜面 AB の表面の状態が変化して，斜面 AB と小物体の間に，静止摩擦係数 μ，動摩擦係数 μ' の摩擦が生じるようになった。以下の問いに答えよ。

(1) 小物体は斜面 AB の途中で停止した。停止点は B 点よりどれだけ高いか。

(2) 小物体が停止したあと，再び滑り落ちないための μ の条件を求めよ。

〔2〕 以下の問いに答えよ。(40点)

問 1. 図2に示すように，2つの磁極N，Sの間に，長さL〔m〕，幅$2r$〔m〕の長方形のコイルを2つ直交して配置し，一体となった回転体を構成する。この回転体は図中の矢印の方向に一定の角速度で回転しており，その周期はT〔s〕である。各コイルには電気抵抗R〔Ω〕が接続され，コイル1の端子a，bはそれぞれ抵抗の端子a′，b′に，コイル2の端子c，dはそれぞれ抵抗の端子c′，d′につながっている。磁極間の磁束密度は一様で，その大きさはB〔T〕とする。ただし，コイルはどちらも一巻きで，コイルの電気抵抗は無視できるものとする。

(1) 各コイルを貫く磁束の最大値を求めよ。

(2) 次の文章で〔 ア 〕から〔 ウ 〕に入る正しい時間変化を，図4の(a)～(h)から選んで，それぞれ答えよ。

図3は，ある時刻において，回転軸に垂直に回転体を切った断面である。電磁誘導の法則によれば，コイルを貫く磁束の変化を妨げる方向に誘導電流を流そうとする誘導起電力が発生する。いま，コイル1を貫く磁束ϕ_1は時間とともに減少しており，その時間変化は図4の(a)となる。このとき，コイル2を貫く磁束ϕ_2の時間変化は〔 ア 〕となる。ただし，ϕ_1，ϕ_2の符号は図中のコイル1，2の面に垂直な矢印g_1，g_2によって定義される。g_1，g_2が磁束密度の向きと同じになるとき，ϕ_1，ϕ_2は正の最大値をとるものとする。次に，このϕ_1，ϕ_2の時間変化によりコイル1，コイル2に生じる起電力V_1，V_2の時間変化を電磁誘導の法則から考えると，それぞれ〔 イ 〕，〔 ウ 〕となる。ただし，起電力はRに電流I_1，I_2を図2の矢印の向きに流そうとする向きを正とする。

(3) コイルに流れる誘導電流は磁束密度Bの磁界から力を受ける。このとき，長さLの辺が受ける時間的に変化する力の最大値をF〔N〕とする。いま，回転体の周期をn倍に変化させてnT〔s〕とすると，力の最大値はF'〔N〕となった。F'をFとnを用いて書き表せ。

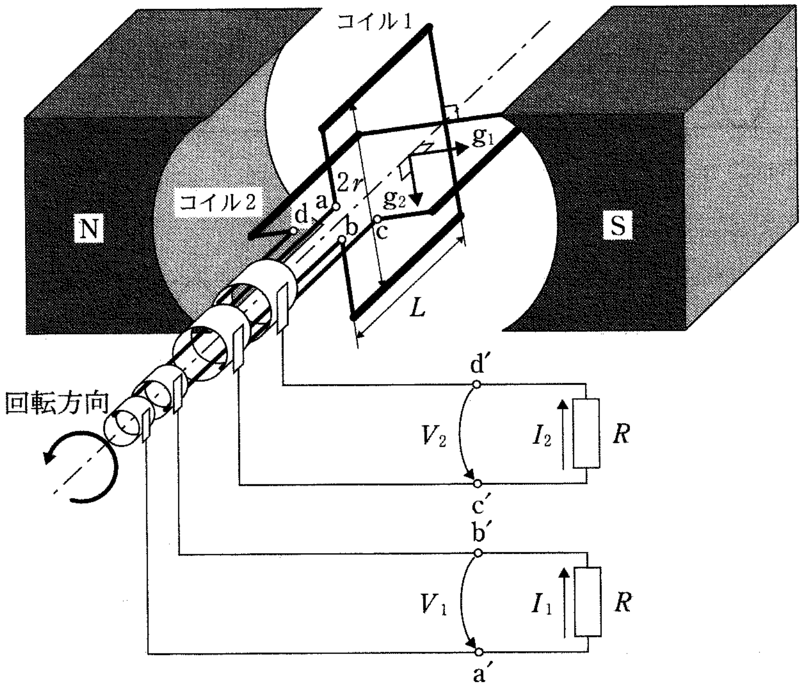

コイル1
コイル2
N
S
a
b
c
d
2r
g1
g2
L
回転方向
d′
c′
b′
a′
V2
V1
I2
I1
R
R

図 2

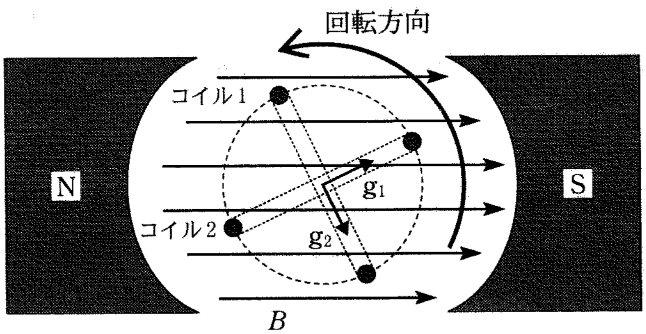
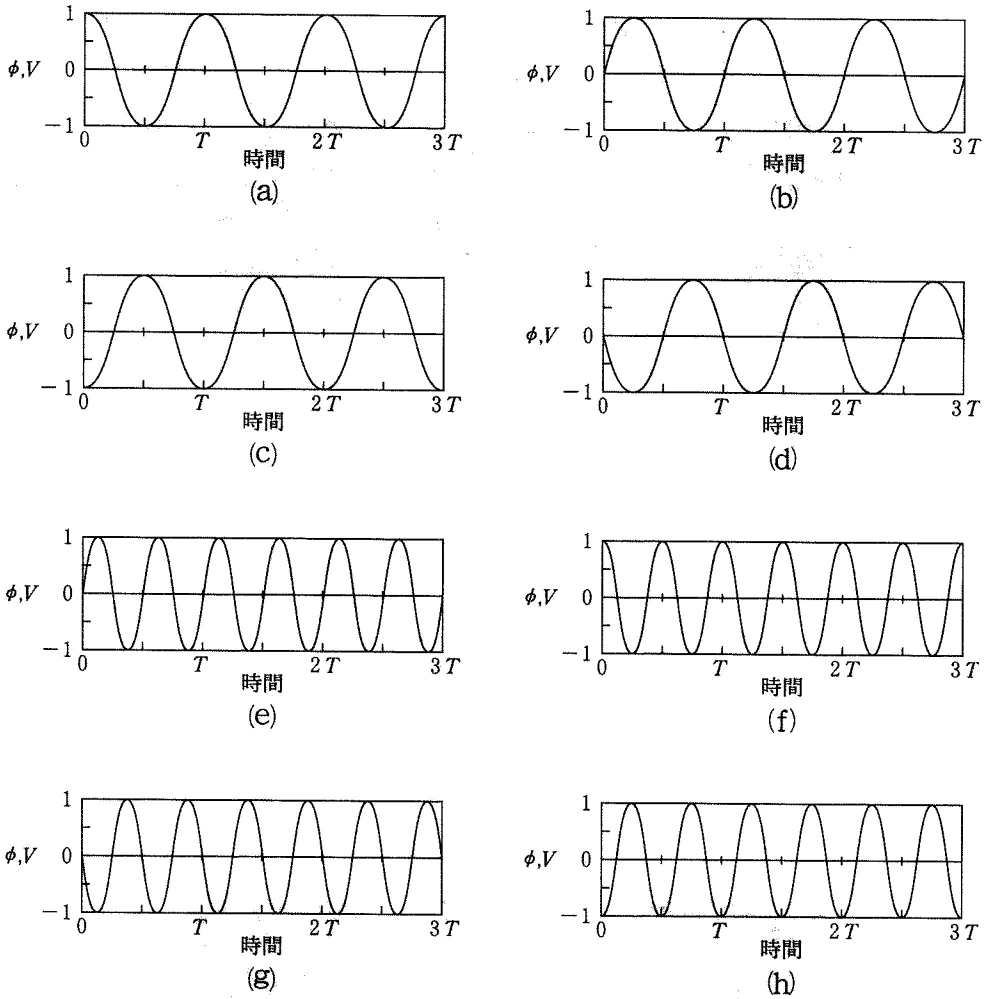

回転方向
コイル1
コイル2
N
S
g1
g2
B

図 3



（縦軸は磁束 ϕ または起電力 V の最大値を1として表示している）

図4

問 2. 図5のように，平行板コンデンサーと起電力 V〔V〕の電池から構成される回路がある。コンデンサーの極板間には厚さ d〔m〕の金属板Mが上下の極板を完全にさえぎるように挿入されており，金属板と上下の極板との間隔はそれぞれ $2d$〔m〕と d〔m〕であった。これらのすき間は真空で，真空の誘電率を ε_0〔F/m〕とする。ただし，コンデンサーに挿入する前の金属板Mには，電荷が蓄えられていなかったものとする。また，極板の面積 S〔m^2〕はじゅうぶん広く，d はじゅうぶん小さいとする。

(1) 平行板コンデンサーの下側の極板と金属板Mとの間の静電容量 C_1〔F〕を d，S，ε_0 を用いて書き表せ。

(2) 平行板コンデンサーの静電容量 C〔F〕を d，S，ε_0 を用いて書き表せ。

(3) 金属板Mの上面に帯電している電気量 Q_M〔C〕を C_1，V を用いて書き表せ。

(4) 平行板コンデンサーの極板に垂直な直線A—A′に沿った極板間の電界の強さを解答用紙のグラフに示せ。

(5) 上側の極板を金属板Mに近づけるように動かし，間隔を $2d$〔m〕から d〔m〕に減らした。この操作によって，平行板コンデンサーが蓄えている静電エネルギーが移動前に比べてどれだけ増えたかを，C_1，V を用いて書き表せ。ただし，極板の移動後，じゅうぶん時間が経過しているとする。

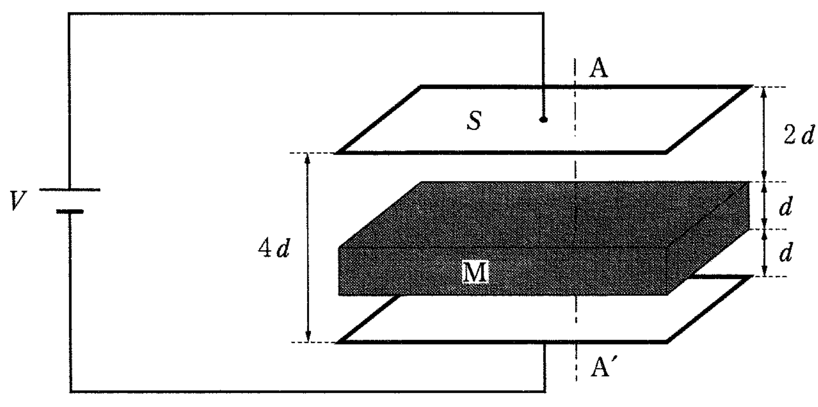


図5

〔3〕 n〔mol〕の単原子分子からなる理想気体がある。図6はこの気体の状態の変化を表しており，縦軸は体積V〔m^3〕，横軸は温度T〔K〕で，原点Oは$T=0$〔K〕，$V=0$〔m^3〕である。状態Aの気体の温度はT_0〔K〕，体積はV_0〔m^3〕である。過程A→Bでは直線AOにそって体積を$\frac{3}{5}V_0$〔m^3〕まで変化させる。次に過程B→Cでは体積を一定に保って，温度をT_0〔K〕まで変化させる。最後に過程C→Aでは温度を一定にして状態Aに戻る。気体定数をR〔J/(mol·K)〕として次の問いに答えよ。数式の解答はn，T_0，V_0，Rを用いて表せ。過程の解答はA→Bのように答えよ。なお，気体の定積モル比熱は$\frac{3}{2}R$〔J/(mol·K)〕で与えられる。(40点)

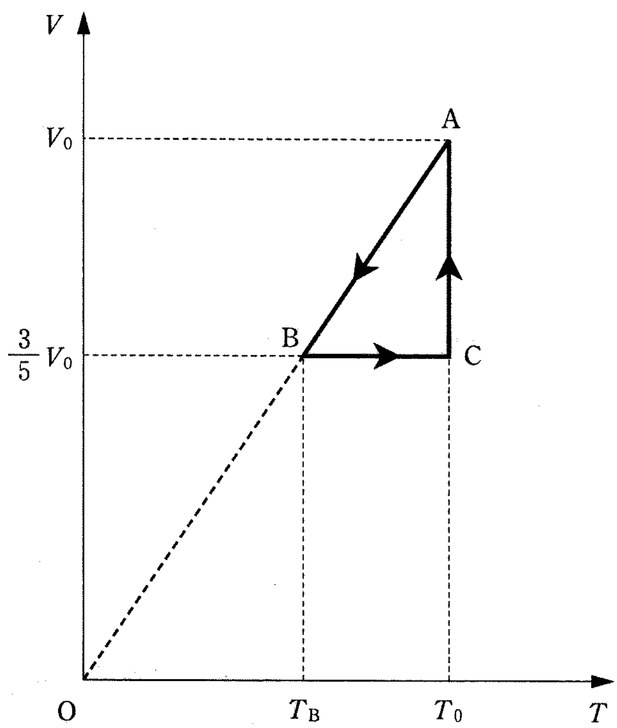


図6

問 1. 状態 A における気体の圧力 p_A〔N/m^2〕を求めよ。

問 2. 状態 B における気体の温度 T_B〔K〕を求めよ。

問 3. 状態 C における気体の圧力 p_C〔N/m^2〕を求めよ。

問 4. 気体の内部エネルギー変化が正であるのはどの過程か。また，その変化量 ΔU〔J〕を求めよ。

問 5. 気体の内部エネルギー変化が 0 であるのはどの過程か。

問 6. 気体が外部から仕事をされるのはどの過程か。また，その仕事の量 W〔J〕を求めよ。

問 7. 気体が外部に熱を放出するのはどの過程か。また，その熱量 Q〔J〕を求めよ。

問 8. C → A の過程の代わりに，状態 C から気体を断熱的に変化させて，状態 A と同じ圧力になるようにした。この新しい状態を D とする。状態 D における気体の体積 V_D〔m^3〕について次の中から正しい関係を選び，番号で答えよ。

① $V_D < \frac{3}{5} V_0$　　② $V_D = \frac{3}{5} V_0$

③ $\frac{3}{5} V_0 < V_D < V_0$　　④ $V_D = V_0$

⑤ $V_D > V_0$

問 9. 状態 D における気体の温度 T_D〔K〕について次の中から正しい関係を選び，番号で答えよ。

① $T_D < T_B$　　② $T_D = T_B$

③ $T_B < T_D < T_0$　　④ $T_D = T_0$

⑤ $T_D > T_0$