

(第3時限：80分)

2005 年度 ③

選 択 科 目 (全39ページ)

問 題

	ページ
政治経済・現代社会	1～8
日 本 史	9～20
世 界 史	21～28
地 理	29～36
数 学	37～39

注 意 事 項

- 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
- 選択する科目について、以下の点に注意しなさい。

①A方式受験者は上記の科目から1科目選択しなさい。ただし、文学部については○印のついている専攻のみ数学を選択できます。×印のついている専攻は数学を選択できません。

志 望 専 攻	数学の選択可否
哲学専攻	×
教育人間学専攻	×
日本文学専攻	○
中国文学専攻	○
英米文学専攻	×
日本史学専攻	×
東洋史学専攻	×
西洋史学専攻	×
地理学専攻	○
心理学専攻	○
人文総合科学インスティテュート総合プログラム	○
人文総合科学インスティテュート国際プログラム	×
人文総合科学インスティテュート学際プログラム	×

②MA方式受験者は、数学が必須です。

受 験 学 部	科目選択について
経済学部（文理総合ファイナンス・情報・インスティテュートを含む）	数学必須 (他の科目は選択できません)

- 政治経済・現代社会のⅢ－1，Ⅲ－2は選択問題です。いずれか1問を選択し、解答しなさい（2問とも解答した場合は0点）。
- 解答はすべて別紙の解答用紙に記入しなさい。
- 解答に字数制限がある場合には、句読点のために1字分とらないようにしなさい。

例

で	あ	る	。	し	か	し	，	そ	れ	は
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

- 試験終了後、問題冊子は持ち帰りなさい。

数 学

次のⅠ，Ⅱ，Ⅲの設問について解答せよ。ただし，Ⅰ，Ⅱについては問題文中の にあてはまる適当なものを，解答用紙の所定の欄に記入せよ。

Ⅰ $f(x) = x^3 + ax^2 + bx$ ， $g(x) = -x^2 + 2$ とする。 (a, b) は実数とする。) 平面上に曲線 $C_1: y = f(x)$ があり， $x = -1$ において，放物線 $C_2: y = g(x)$ と接する。

〔1〕 $a =$ ア ， $b =$ イ である。

〔2〕 区間 $-1 \leq x \leq 1$ において，関数 $f(x)$ は $x =$ ウ で，最大値 エ をとり， $x =$ オ で，最小値 カ をとる。

〔3〕 方程式 $f(x) - g(x) = 0$ の解は， $x =$ キ と $x =$ ク である。

Ⅱ $z = \cos 72^\circ + i \sin 72^\circ$ とする。ただし、 $\boxed{\text{ケ}}$ ， $\boxed{\text{コ}}$ は整数値である。

〔1〕 $z^5 = \boxed{\text{ケ}}$ ， $z + z^2 + z^3 + z^4 = \boxed{\text{コ}}$

〔2〕 〔1〕を利用して、次の $\boxed{\text{サ}}$ ， $\boxed{\text{シ}}$ の値を求めよ。

$$\cos 72^\circ + \cos 144^\circ = \boxed{\text{サ}}$$

$$\cos 72^\circ \cdot \cos 144^\circ = \boxed{\text{シ}}$$

〔3〕 〔2〕の結果から

$$\cos 72^\circ = \boxed{\text{ス}}，\cos 36^\circ = \boxed{\text{セ}}$$

が得られる。

Ⅲ O を原点とする座標平面上の曲線 $y = \frac{1}{2}x^2$ 上に相異なる 2 点 A, B がある。
以下の問いに答えよ。

〔1〕 内積 $\overrightarrow{OA} \cdot \overrightarrow{OB} = t$ とおく。 t のとり得る値の範囲を求めよ。

〔2〕 t が最小値をとるとき, $\triangle OAB$ の面積の範囲を求めよ。

(第2時限：80分)

2005年度 ⑦ 理 科 問 題 (全17ページ)

		ページ
物	理	 1 ～ 6
化	学	 7 ～ 17
下	書	用 紙 1 枚

注 意 事 項

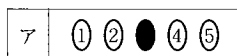
1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
2. 受験する学部・学科・コースによって解答する科目を指定しているので注意すること。

受験学部	学科・コース	解答する科目
理工学部	物理科学科	物理 (必須)
	数理科学科 数学コース	
	情報数理コース	
	応用化学科	
	化学生物工学科	
	電気電子工学科	
	電子光情報工学科	
	電子情報デザイン学科	
	機械工学科	
	ロボティクス学科	
	マイクロ機械システム工学科	
	都市システム工学科	
	環境システム工学科	
	建築都市デザイン学科	
情報理工学部	全学科	物理・化学2科目のうち1科目を選択。

3. 解答はすべて別紙のマークセンス方式の解答用紙に記入しなさい。

マークに際しては、マークした部分を機械が直接読み取って採点するので、下記の注意事項を読み、間違いのないようにしなさい。

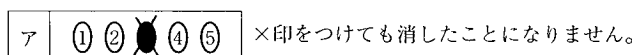
1. マークする時は、HBの黒鉛筆(シャープペンシルはHBの0.5ミリ以上の芯)を使用すること。
2. 例えば、③と解答したい場合、次のとおり③のだ円を完全にぬりつぶすこと。



3. マークする場合の悪い例 (次のようにマークしないこと)

ア	① ② ③ ④ ⑤	○で囲む
イ	① ② ③ ④ ⑤	✓印をつける
ウ	① ② ③ ④ ⑤	線を引く
エ	① ② ③ ④ ⑤	ぬりつぶしが不完全

4. 一度マークした解答を訂正する場合は、消しゴムで完全に消してからマークし直すこと。



5. 解答用紙は折り曲げたり、汚したりしないよう注意すること。

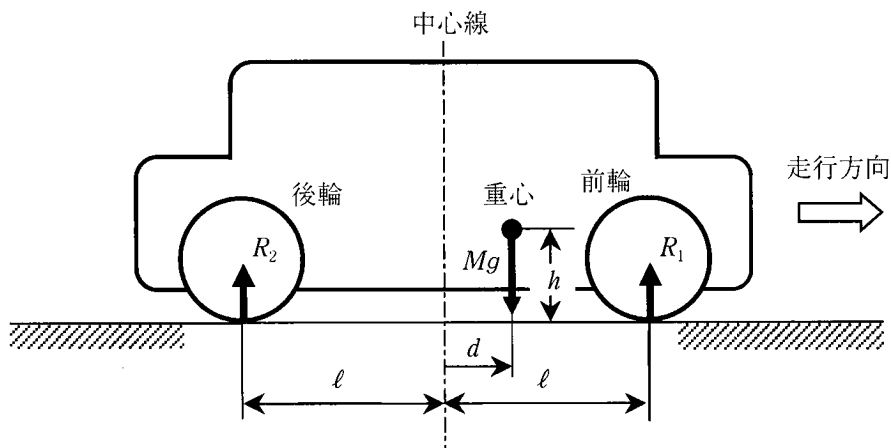
4. 試験終了後、問題冊子と下書用紙は持ち帰りなさい。

物 理

- I 次の文章を読み、ア ～ キ に適切な数式を解答用紙の 内に記入せよ。また、A , B には選択肢より適切なものを選び解答欄にマークせよ。

自動車は、エンジンの回転を前または後ろの車輪に伝え、車輪が回転するさいに地面との間に発生する摩擦力を前に進む力（以下、駆動力という）として用いている。この考えをもとに、前輪駆動（前輪で駆動力を得る）と後輪駆動（後輪で駆動力を得る）による自動車の最大加速度の違いを考えてみよう。ただし、重力加速度を g 、車輪と地面との間の静止摩擦係数を μ とし（ $\mu < 0.5$ で前輪と後輪で同じ値）、車輪の転がり抵抗や車両に作用する空気抵抗、ならびに車輪の質量は非常に小さく無視できるものとする。また、自動車は一般に前・後輪とも2輪を有するが、ここでは簡単のためそれぞれ1輪にまとめて取り扱う。

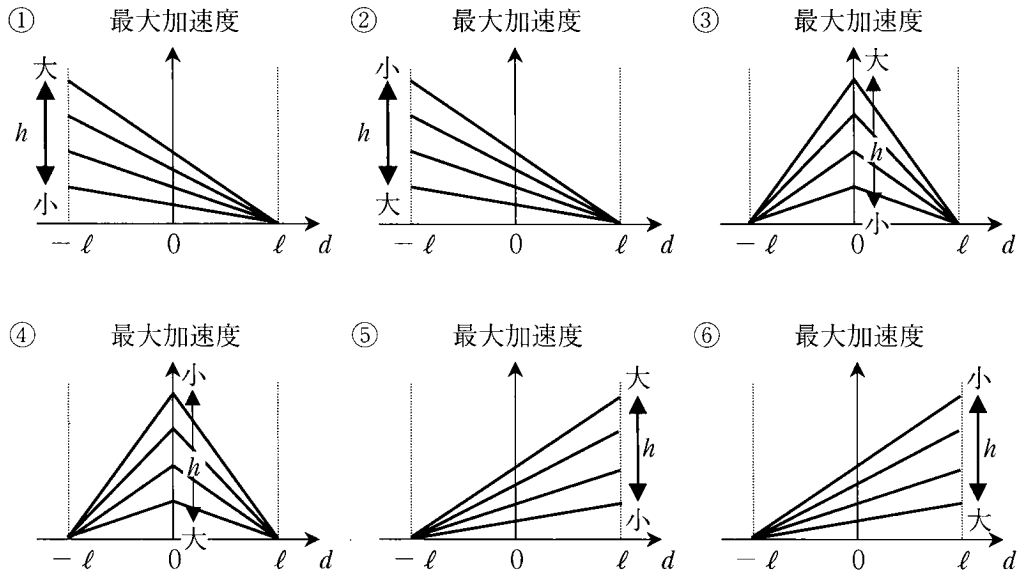
いま、図のように自動車が静止した状態から前・後輪を接地させたまま走り出さいの運動を考える。自動車の質量を M 、車体の中心線から前輪までの長さ、中心線から後輪までの長さをともに ℓ とする。車体の重心の位置は、車体の中心線から d 、地面から h の高さにあるとするが、これらは、 $-\ell < d < \ell$ （自動車の進行方向を正とする）、ならびに $0 < h < \frac{\ell}{2}$ を満たすものとする。



ここで前輪と後輪が地面から受ける垂直抗力をそれぞれ R_1 , R_2 とすると、この自動車に関する鉛直方向の力のつりあいの式は、ア となる。いま、前輪が駆動して走行し、後輪は回転するだけで駆動力を発揮しない前輪駆動の場合を考えると、自動車を前へ進ませようとする最大駆動力は、イ で表される。また、このとき、重心まわりの力のモーメントのつりあいを式で表すと、 R_1 (ウ) = R_2 (エ) となる。この式と ア から、前輪に作用する垂直抗力 R_1 を求めると、オ となる。さらに自動車に関する運動方程式をたて、これと上記の式より、前輪駆動の自動車が発揮することのできる最大加速度を μ , g , d , ℓ , h を用いて表すと、カ となる。

後輪駆動の場合、すなわち後輪が駆動して走行し、前輪は回転するだけで駆動力を発揮しない場合についても上記と同様に考えると、自動車が発揮する最大加速度は、 μ , g , d , ℓ , h を用いて キ と表される。

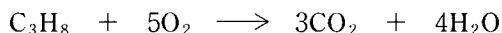
カ, キ より明らかなように、自動車の発揮する最大加速度は、重心の位置 d , h により影響を受ける。前輪駆動の場合に、自動車の最大加速度と重心の位置との関係を表すグラフを下のグラフの中から選ぶと A となり、後輪駆動の場合には B となる。



Ⅱ 次の文章を読み、ア ～ キ に適切な式または数字を解答用紙の
 内に記入せよ。

プロパンガスは家庭でもよく使われる燃料ガスで、プロパンが主成分でブタンが少量含まれている。ここではプロパンのみを取り上げ、燃焼前後のガスの状態について考えてみよう。以下では気体はすべて理想気体とする。

体積 $V[\text{m}^3]$ が一定の容器内に、プロパン (C_3H_8) 1 mol と酸素 (O_2) 5 mol からなる 6 mol の混合ガスを入れ電気火花により点火すると完全燃焼して、次のように 3 mol の二酸化炭素 (CO_2) と 4 mol の水蒸気 (H_2O) からなる 7 mol の混合ガスに変わる。



プロパンと酸素の混合ガスの点火前における圧力を $p_1[\text{Pa}]$ 、温度を $T_1[\text{K}]$ 、体積を $V[\text{m}^3]$ とする。すべての成分が気体のとき、定数 $A[\text{J/K}]$ を次式で表わす。

$$A = \frac{p_1 V}{T_1} \quad (1)$$

燃焼終了直後の圧力は $p_2[\text{Pa}]$ 、温度は $T_2[\text{K}]$ であった。式(1)の定数 A を用いると、圧力 $p_2[\text{Pa}]$ 、温度 $T_2[\text{K}]$ および体積 $V[\text{m}^3]$ の間には次の関係が成り立つ。

$$\text{ア} = A \quad (2)$$

燃焼終了後、容器を外部から冷却すると容器内の温度と圧力は低下する。温度が $T_2[\text{K}]$ からはじめの温度 $T_1[\text{K}]$ まで低下したとき、この間に周囲に失われた熱量を $Q[\text{J}]$ とし、燃焼後の混合ガスの定積モル比熱を $C_v[\text{J}/(\text{mol} \cdot \text{K})]$ で一定とすれば、熱力学の第1法則により次の関係が成り立つ。

$$T_2 - T_1 = \text{イ} \quad (3)$$

また、 Q 、 C_v および T_1 を用いて、 $\frac{p_2}{p_1}$ は次式で表される。

$$\frac{p_2}{p_1} = \boxed{\text{ウ}} \quad (4)$$

なお、温度が $T_1[\text{K}]$ まで低下したときの圧力を $p_3[\text{Pa}]$ とすれば、 $\frac{p_3}{p_1}$ は次式で表される。

$$\frac{p_3}{p_1} = \boxed{\text{エ}} \quad (5)$$

さらに冷却を続けると、ちょうど温度 $T_1[\text{K}]$ で水が凝縮しはじめ、温度 $T_0[\text{K}]$ ですべての水蒸気（気体）が水（液体）になったとする。この過程において二酸化炭素は気体のままであり、この間に周囲に失われた熱量は $Q_L[\text{J}]$ であった。ここで水の蒸発熱を $q[\text{J/mol}]$ とし、気体および水からなる混合物の定積モル比熱は、簡単のため $C_{vl}[\text{J}/(\text{mol} \cdot \text{K})]$ で一定と仮定すれば、次の関係が得られる。

$$T_1 - T_0 = \boxed{\text{オ}} \quad (6)$$

一方、温度が $T_0[\text{K}]$ まで低下したときの圧力を $p_0[\text{Pa}]$ とし、凝縮した水の体積を無視できるとすれば、温度 $T_0[\text{K}]$ 、圧力 $p_0[\text{Pa}]$ および体積 $V[\text{m}^3]$ の間には、式(1)の A を用いると次の関係が成り立つ。

$$\boxed{\text{カ}} = A \quad (7)$$

したがって、 Q_L 、 q 、 C_{vl} および T_1 を用いると、 $\frac{p_0}{p_1}$ は次式で表すことができる。

$$\frac{p_0}{p_1} = \boxed{\text{キ}} \quad (8)$$

Ⅲ 次の文章を読み、 ア ～ カ に適切な式または数字を解答用紙の 内に記入せよ。また、 A , B には選択肢より適切なものを選び解答欄にマークせよ。さらに、題意に沿うように解答用紙の右下の図を完成させよ。

図1のような半径 $r[\text{m}]$ の円形コイルの中心に、長さ $2L[\text{m}]$ の磁石を置く。磁石の長さはコイルに対してじゅうぶん小さく、磁石はコイルの作る円に対して垂直な面内で回転できる。また、地磁気ならびに磁石の作る磁場はじゅうぶん小さく無視できるものとする。

矢印の向き（この方向を正とする）に直流電流を流すと、コイルの中心には A の方向に、大きさ $H[\text{N/Wb}]$ の磁場が生じる。ここで簡単のため磁石の両端に磁極が存在し、その強さを $M[\text{Wb}]$ とすると、一つの磁極が磁場から受ける力の大きさは ア $[\text{N}]$ である。図2のように、電流を流す前のN極の方向と磁場のなす角を θ ($-90^\circ < \theta < 90^\circ$, 反時計回りを正) とする。磁石中心のまわりの力のモーメントを考えると、その大きさは イ $[\text{N}\cdot\text{m}]$ となる。したがって、 θ が 0° の時を除き磁石は回転運動をはじめる。

このとき磁石は、回転の接線方向に一つの磁極あたり大きさ ウ $[\text{N}]$ の力を受け、この力を復元力として磁場の方向を中心とする単振り子と同様の運動をはじめた。簡単のため、 θ はじゅうぶん小さく、またこの磁石が、二つの質量 $m[\text{kg}]$ の小球を長さ $2L[\text{m}]$ の質量が無視できる変形しない棒で結んだ物体（図3）とみなせるとすると、その周期は エ $[\text{s}]$ と表すことができる。したがって、この周期はコイルに流す直流電流を半分にすると オ 倍になることがわかる。摩擦や空気抵抗が存在するため、じゅうぶん時間がたつと、磁石は、N極を磁場の方向に向け静止する。

次に、前述のコイル（以下コイル1と呼ぶ）および磁石の回転面に対してともに直交する向きに同じ大きさのコイル2を中心をそろえて取り付けると（コイルの線の太さはじゅうぶん小さく無視できる）、磁石が最終的に向く方向を自由に制御できる。たとえば二つのコイルに対して、同時に図4の矢印方向（この方向を正とする）に電流 $I[\text{A}]$ を流した場合、磁石のN極を B の方向に向けることができる。同様に、コイル2の電流を $I[\text{A}]$ に保ったまま磁石のN極を 330° の方向に

向けるためには、コイル 1 に流す電流を カ [A] とすれば良い。

この考え方を応用すると、コイル 1, 2 に適切な交流電流を流すことで磁石を連続的に回転させることができる。コイル 1 に解答用紙の図に点線で示すような交流電流を流したとき (矢印方向が正)、磁石を時計回りに回転させ続けるにはコイル 2 にいかなる交流電流を流せば良いか、もっとも適切と思われる波形を解答用紙の右下の図中に実線で示せ。

A , B の選択肢

- | | | | |
|---------------|---------------|---------------|---------------|
| ① 0° | ② 45° | ③ 90° | ④ 135° |
| ⑤ 180° | ⑥ 225° | ⑦ 270° | ⑧ 315° |

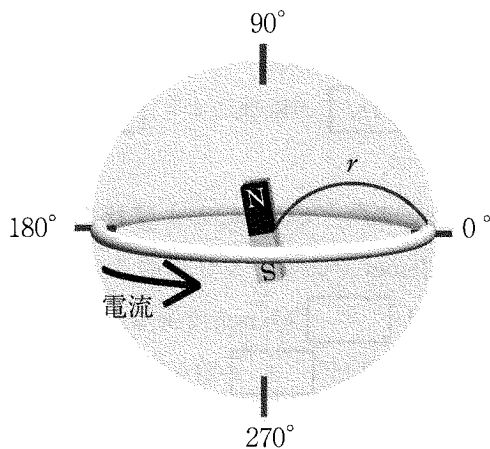


図 1

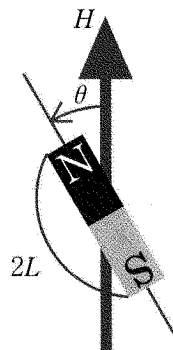


図 2

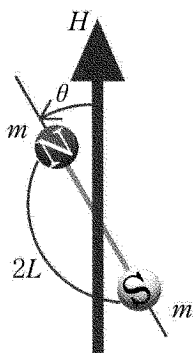


図 3

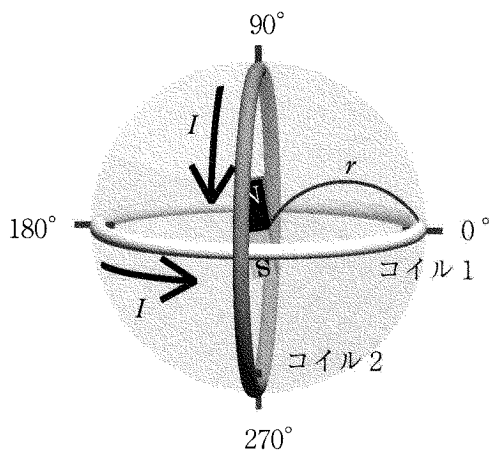


図 4