

平成28年度 入学試験問題

医学部 (I期)

理科

注意事項

1. 試験時間 平成28年1月29日、午後1時30分から3時50分まで
2. 配付した試験問題(冊子)、解答用紙の種類はつぎのとおりです。
 - (1) 試験問題(冊子、左折り)(表紙・下書き用紙付)
 - 化学(その1)、(その2)
 - 生物(その1)、(その2)
 - 物理(その1)、(その2)
 - (2) 解答用紙
 - 化学(その1) 1枚(上端赤色)(右肩落し)
 - ” (その2) 1枚(上端赤色)(左肩落し)
 - 生物(その1) 1枚(上端緑色)(右肩落し)
 - ” (その2) 1枚(上端緑色)(左肩落し)
 - 物理(その1) 1枚(上端青色)(右肩落し)
 - ” (その2) 1枚(上端青色)(左肩落し)

以上の中から選択した2分野(受験票に表示されている)が配付されています。
3. 下書きが下書き用紙で足りなかったときは、試験問題(冊子)の余白を使用して下さい。
4. 試験開始2時間以降は退場を許可します。但し、試験終了10分前からの退場は許可しません。
5. 受験中にやむなく途中退室(手洗い等)を望むものは挙手し、監督者の指示に従って下さい。
6. 休憩のための途中退室は認めません。
7. 退場の際は、この試験問題(冊子)を一番上へのせ、挙手し、監督者の許可を得てから、試験問題(冊子)、受験票、下書き用紙、配付した試験文具および所持品を携行の上退場して下さい。
8. 試験終了のチャイムが鳴ったら、直ちに筆記をやめ、おもてのまま上から解答用紙〔選択した2分野の解答用紙、計4枚、化学(その1)、化学(その2)、生物(その1)、生物(その2)、物理(その1)、物理(その2)〕、試験問題(冊子)の順にそろえて確認して下さい。

確認が終っても、指示があるまでは席を立たないで下さい。
9. 試験問題(冊子)と配付した試験文具はお持ち帰り下さい。

物 理 (その1)

1 以下の文章を読み、質問に答えなさい。なお図4にプロットされるグラフは最終的には解答欄のグラフに写し取りなさい。いろいろな操作は図4上で行い、解答欄のグラフはきれいなものを提出すること。

図1に、横軸を x 、縦軸を y とした2次元のグラフ上に、関数 $y = \log_{10} x$ を示した。次にこの式を、横軸を対数目盛にしたグラフにすると図2のような直線のグラフが得られる。このような一方の変数を対数目盛にしたグラフを片対数グラフという。軸を対数目盛にすることによって以下のような利点がある。①変数の領域が極端に小さい値から極端に大きな値までとる場合でもグラフに明示することができる。②二変数 x と y が累乗の関係にあるとき、軸を対数目盛にすることによって定量的な関係を明らかにできる可能性がある。

さてある恒星のまわりを楕円軌道を描いて周回する惑星の、周期 T と楕円長軸の長さ(長半径) a との関係を、横軸と縦軸それぞれを対数目盛りにしたグラフを使って見出してみよう。このグラフを両対数グラフという。

惑 星	x 周期比 = $\frac{T}{T_B}$	y 軌道の長半径比 = $\frac{a}{a_B}$
A	0.241	0.387
B	1.00	1.00
C	5.00	2.90
D	29.5	9.55
E	84.0	19.2

表：惑星の軌道に関するデータ

表にはAからEまで5個の惑星の、周期 T と楕円軌道の長半径 a をそれぞれ惑星Bの周期 T_B と長半径 a_B で割った比を示した。最初、図3に横軸として $x = \frac{T}{T_B}$ を、縦軸に $y = \frac{a}{a_B}$ を設定し、5個の惑星のデータを方眼グラフにプロットした。

- (1) 図1のグラフを図2の片対数グラフに取り直したように、図3のグラフ(データは表)を図4の両対数グラフに取り直しなさい。図2を参考にしなさい。データは図1, 2に示したようなある程度の大きさの●で誤解のないよう明確に記入すること。なお横軸および縦軸の一桁の長さ(図中の矢印の長さ)は同じである。次に、図4のグラフから得られる直線の式を次のような形で求めよう。このとき のアとイに入る適当な数値を求めなさい。配布した定規を使用しなさい。

$$\log_{10} \frac{a}{a_B} = \text{ア} \times \log_{10} \frac{T}{T_B} + \text{イ} \quad (\text{A})$$

- (2) 以上を終えたら、図4のグラフを解答欄のグラフに写し取りなさい。解答欄のグラフには表のデータがプロットされていて、かつそれらを結んだ直線が引かれていることが必要である。

- (3) 式(A)で、アの値をその値に最も近い規約分数で表しなさい。そして任意の惑星の軌道の長半径 a の3乗を下の式(B)のようにその惑星の周期 T を使って表したとき、 のウに入る数式を求めなさい。ただし、対数を使ってはならない。

$$a^3 = \text{ウ} \times T^2 \quad (\text{B})$$

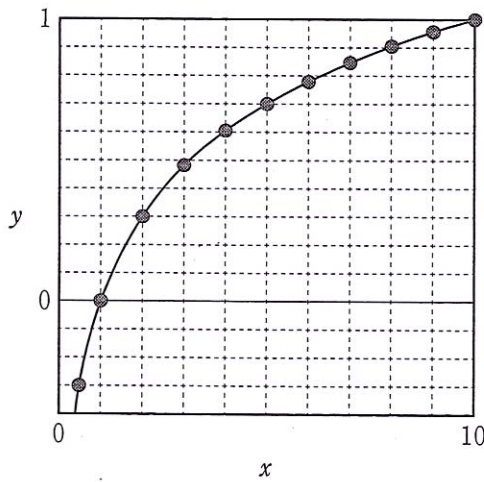


図1

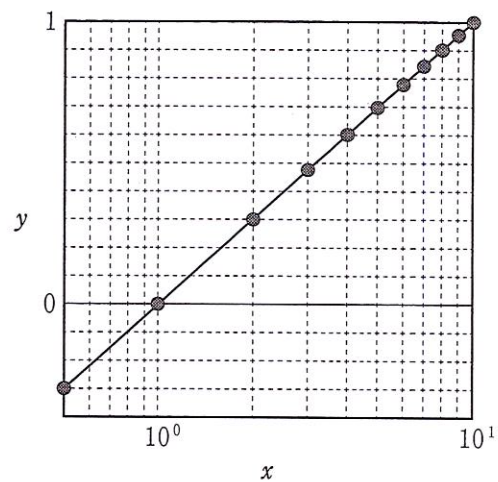


図2

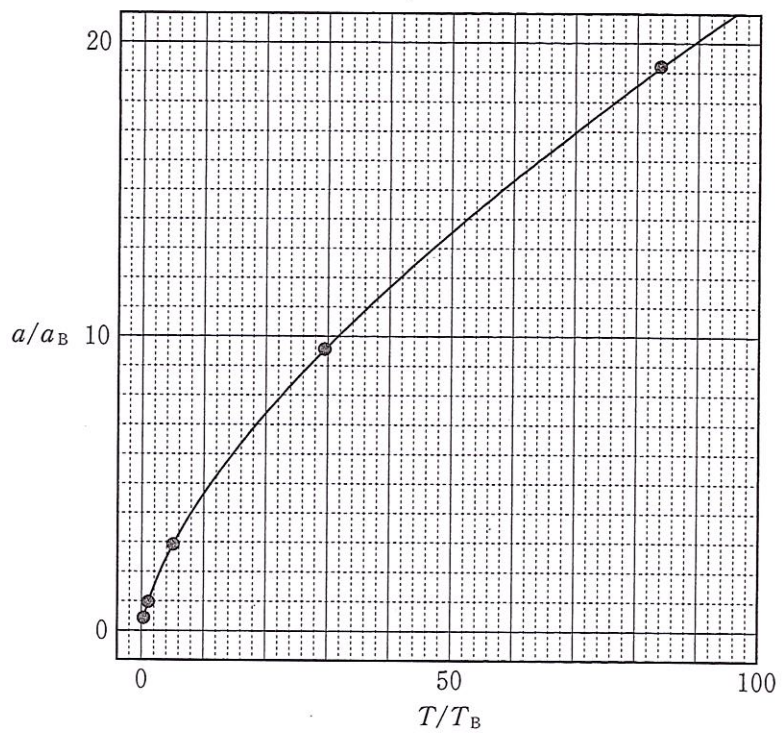


图 3

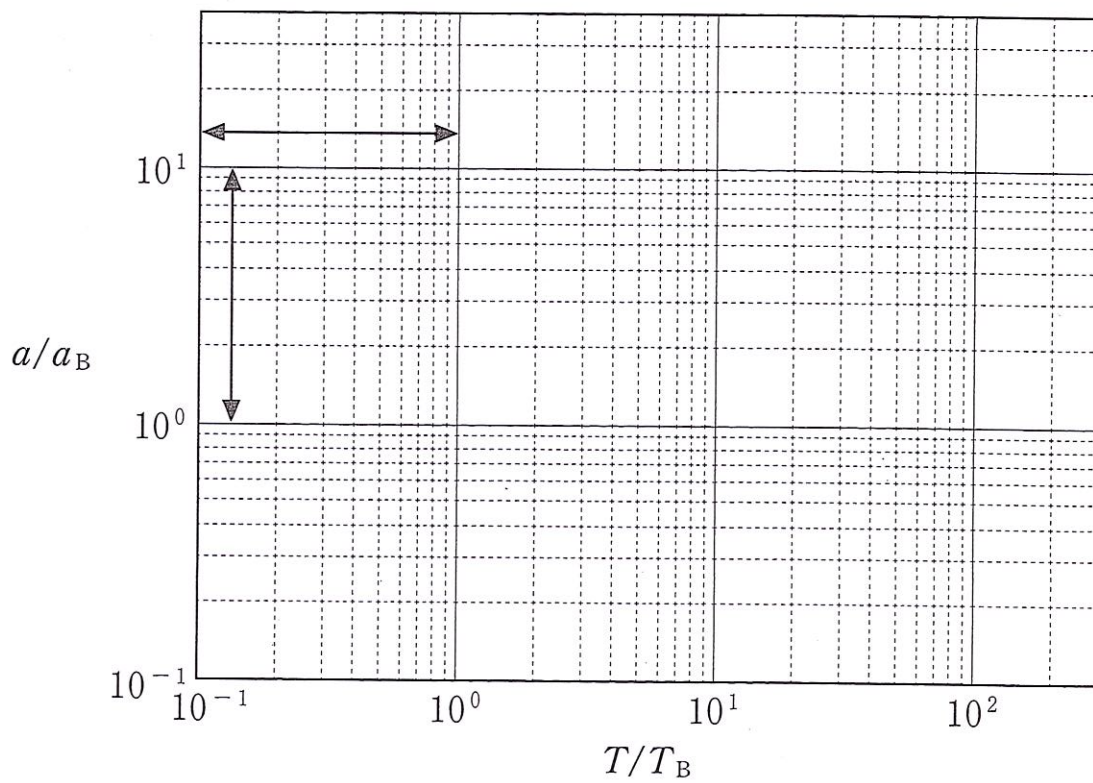


图 4

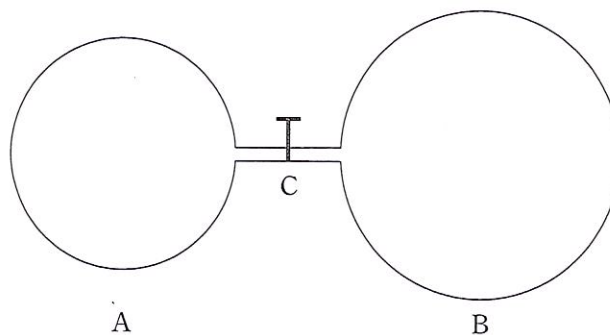
2

2 個の断熱容器 A と B が細管でつながれている。コック C は最初閉じている。容器 A は容積が V で、A 内には圧力が $3p$ 、温度が T の単原子分子理想気体 G が入っている。容器 B は容積が $2V$ で、B 内には圧力が p 、温度が aT の気体 G が入っている。ただし a は定数である。気体 G は温度が T においても aT においても理想気体として振る舞うものとする。また、容器の体積変化はないものとする。このとき以下の問いに答えなさい。

- (1) それぞれの容器に入っている物質量を p, V, R, T, a を使って書き表しなさい。ただし R は気体定数である。
- (2) 両容器に入っている気体全体の内部エネルギーを p, V, a の中から必要なものを使って表しなさい。

次に細管についているコック C を開いて両方の気体を混合させた。十分な時間が経過して平衡状態が実現した。このとき

- (3) 気体の温度と圧力を T, p, a の中から必要なものを使って表しなさい。
- (4) コックを開いたにもかかわらず、 a がある値をとるとき、両容器に入っている気体物質量の変化がなかった。このときの a の値を求めなさい。



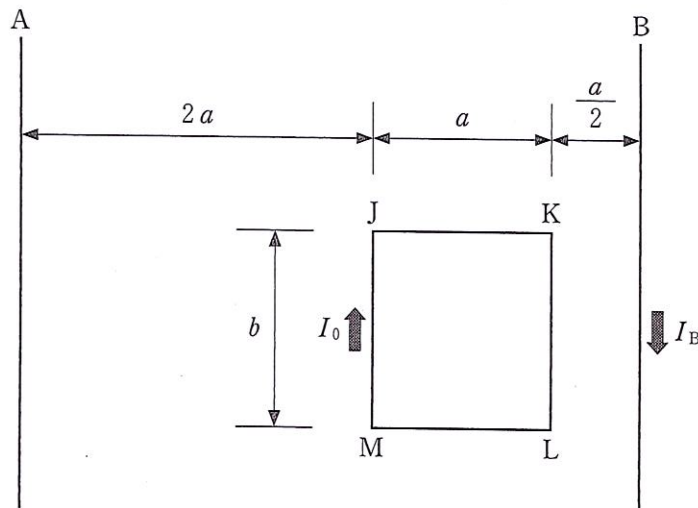
物 理 (その2)

3 図に示すように、真空中の同一平面内において、固定された十分に長い2本の直線状の導線 A, B と、固定された変形しない長方形の単巻きコイル JKLM がある。コイルの辺 JM と導線は平行である。辺 JK の長さを a 、辺 JM の長さを b とする。導線 A と辺 JM の距離は $2a$ 、導線 B と辺 KL の距離は $\frac{a}{2}$ である。導線 B には大きさ I_B の電流、コイル JKLM には大きさ I_0 の電流が矢印の向きに流れているとする。真空の透磁率を μ_0 とし、重力の影響はないものとする。はじめ導線 A に電流は流れていない。以下の問いに答えなさい。

- (1) 電流 I_B が辺 JM の位置につくる磁場の強さを求めよ。
- (2) 電流 I_B がつくる磁場によって辺 JM が受ける力の大きさを求めよ。
- (3) 設問(2)で辺 JM が受ける力の向きは図で下のいずれか。記号で答えよ。

① 左向き	② 右向き
③ 紙面に垂直で表から裏への向き	④ 紙面に垂直で裏から表への向き
- (4) 電流 I_B がつくる磁場によって長方形コイル JKLM が受ける力の合力の大きさを求めよ。
- (5) 設問(4)で長方形コイル JKLM が受ける力の合力の向きは図で下のいずれか。記号で答えよ。

① 左向き	② 右向き
③ 紙面に垂直で表から裏への向き	④ 紙面に垂直で裏から表への向き
- (6) 導線 A に導線 B と逆向きの電流を流した。このときこの二本の導線に流れる電流によって作られる磁場がコイル JKLM に及ぼす力はつり合った。導線 A を流れる電流の大きさを求めよ。



4 コンデンサーに関して以下の問いに答えなさい。

(1) 電気容量の値がそれぞれ C_1 , C_2 , C_3 の平行板コンデンサーを図1のように接続し、起電力 V の電池につないだ。電気容量 C_1 のコンデンサーにおいてその極板間の電位差を求めなさい。またそのコンデンサーに蓄えられる電気量を求めなさい。ただし、はじめ各コンデンサーには電荷がなかった。

(2) 図1にある3個のコンデンサーの合成容量を求めなさい。

(3) 図2のように、真空中に電気容量の値が C_0 の平行板コンデンサーがある。極板は一辺の長さが a の正方形で、極板間隔は d である。起電力 V_0 の電池につないだ。また、一辺の長さが a の正方形で厚さが b 、比誘電率が ϵ_r の誘電体の板がある。ただし $b < d$ である。この誘電体の板を極板と平行にして、極板間に図3のように上の極板に接するように矢印Aの方向に x だけ挿入した。誘電体の板と極板の横方向の端面はそろっている。このときコンデンサーの電気容量が下式のようになった。 に入る式を求めなさい。ただし、 a , x , $a-x$ は d に比べて十分に大きく、極板の厚さは無視できるものとする。なお、はじめコンデンサーには電荷がなかった。

$$\epsilon_r \frac{\text{}}{a\{b + \epsilon_r(d - b)\}} C_0 + \frac{a-x}{a} C_0$$

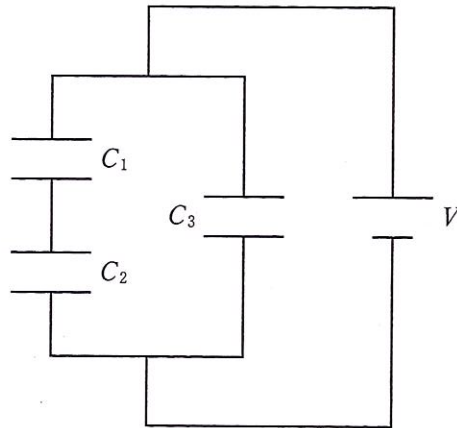


図1

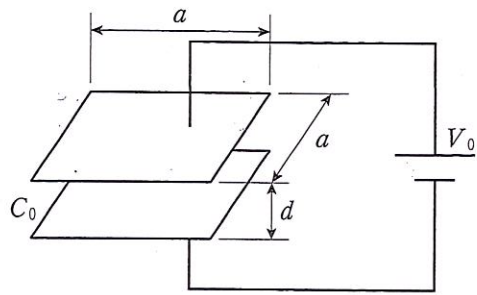


图 2

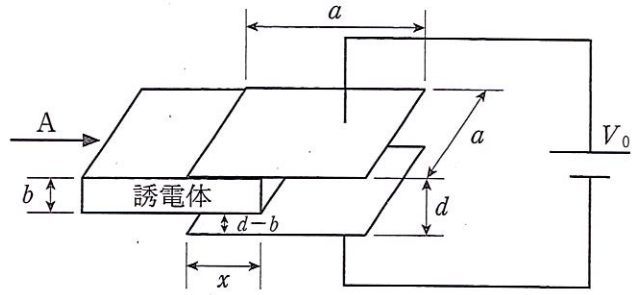


图 3