

令和2（2020）年度
広島大学光り輝き入試 AO入試
理学部 数学科

筆記試験 問題

令和元年11月25日
自 13時00分
至 15時30分

答案作成上の注意

1. 試験開始の合図があるまでは、この問題冊子の中を見てはいけません。
2. この問題冊子の総ページは6ページです(表紙1ページを含む)。
3. 解答用紙は5枚、下書き用紙は1枚です。解答は、すべて対応する番号の解答用紙の所定の解答欄(表面)に記入しなさい。もし解答欄が足りない場合には解答用紙の裏面を使用してもよい。
4. 受験番号は、すべての解答用紙と下書き用紙の所定の場所に、必ず記入しなさい。
5. 配付した解答用紙と下書き用紙は、持ち出してはいけません。
6. 試験終了後、問題冊子は持ち帰って下さい。
7. 解答用紙の注意事項もよく読みなさい。(解答用紙に注意事項の記載がある場合)

[1] b, c を $0 < b^2 \leq 4c$ を満たす実数とする。2次方程式

$$x^2 + bx + c = 0$$

の解で虚部が0以上のものを z とする。また、2次方程式

$$1 + bx + cx^2 = 0$$

の解で虚部が0以下のものを w とする。以下の問いに答えよ。

(1) z と w の積を求めよ。

(2) $\frac{w}{z}$ の偏角が $\frac{\pi}{2}$ であるとき、 b を c を用いて表せ。

(3) $c = 4$ として b が $0 < b < 4$ の範囲で変化するとき、点 $P(z)$ 、点 $Q(w)$ の軌跡を一つの複素数平面上に描け。

[2] r を実数とする。数列 $\{a_n\}$ が、初項 $a_1 = 1$ 、漸化式 $a_{n+1} = ra_n$ を満たすとする。 N を自然数とするとき、以下の問いに答えよ。

(1) $\{a_n\}$ の初項から第 N 項までの値の平均値を求めよ。

(2) N が奇数のとき、 $\{a_n\}$ の初項から第 N 項までの値の中央値を求めよ。
ただし中央値とは、 N 個の値を大きい順に並べたとき、中央にくる値である。

[3] $x^2 - y^2 = 1$ ($x > 0$) で定まる座標平面上の曲線を C とする。以下の問いに答えよ。

(1) 正の数 p, q が $p^2 - q^2 = 1$ を満たすとする。点 (p, q) における、 C の法線を L とする。 L の方程式を求めよ。

(2) (1) の法線 L と x 軸との交点の座標を p を用いて表せ。

(3) $a > 1$ とする。点 $(a, 0)$ を通る曲線 C の法線をすべて求めよ。

(4) b, r を正の定数とし、 (x, y) を座標平面上の点とする。次の二つの命題 P, Q を考える。

P : (x, y) が $(x - b)^2 + y^2 < r^2$ を満たす。

Q : (x, y) が $x^2 - y^2 > 1$ を満たす。

P が Q の十分条件になるために、 b, r が満たすべき条件を求めよ。

[4] 三角形 OAB において、 $OA = 5$, $AB = 3$, $BO = 4$ であるとし、 $\vec{OA} = \vec{a}$, $\vec{OB} = \vec{b}$ とする。I を三角形 OAB の内心とし、AI の延長と辺 OB との交点を D, BI の延長と辺 OA との交点を E とする。線分 EA 上に点 P があり、PI の延長と辺 OB との交点を Q とする。 $\vec{OP} = p\vec{a}$, $\vec{OQ} = q\vec{b}$ とする。以下の問いに答えよ。

(1) \vec{OD} , \vec{OI} をそれぞれ \vec{a} , \vec{b} を用いて表せ。

(2) $PI : IQ = 1 - t : t$ とおく。 p , q をそれぞれ t を用いて表せ。

(3) 三角形 OPQ の面積を (2) の t を用いて表せ。

(4) 点 P が線分 EA 上を動くとき、三角形 OPQ の面積がとりうる値の最大値と最小値を求めよ。

[5] n を自然数とする。サイコロを n 回投げて出た目のうち、最大のものを M 、最小のものを L とする。以下の問いに答えよ。

- (1) $L = 2$ となる確率を求めよ。
- (2) $M = L + 1$ となる確率を求めよ。
- (3) $M = 2L$ となる確率を求めよ。

令和2（2020）年度
広島大学光り輝き入試 AO入試
（総合評価方式）

理学部 物理学科

筆記試験問題

令和元年11月25日

自 13時00分

至 15時00分

答案作成上の注意

1. 試験開始の合図があるまでは、この問題冊子の中を見てはいけません。
2. この問題冊子の総ページは、8ページです。
3. 解答用紙は6枚、下書き用紙は2枚です。解答は、すべて対応する番号の解答用紙の所定の解答欄（表面）に記入しなさい。解答欄が不足する場合は、「裏面に続く」と明記し、裏面に問題番号とともに記入しなさい。
4. 受験番号は、すべての解答用紙と下書き用紙の所定の場所に、必ず記入しなさい。
5. 配付した解答用紙と下書き用紙は、持ち出してはいけません。
6. 試験終了後、問題冊子は持ち帰りなさい。

[1] 以下の問1と問2に答えよ。

問1. 関数 $f(x) = x^2 e^{-x}$ について以下の問いに答えよ。

- (1) $f(x)$ が極小および極大となる x の値と、そのときの $f(x)$ の値をそれぞれ求めよ。
- (2) $y = f(x)$ のグラフの概形を描け。
- (3) $y = f(x)$ の $x = a$ での接線が原点を通るとき、接点の座標 $(a, f(a))$ と接線の方程式を求めよ。
ただし、 $a \neq 0$ とする。
- (4) (3) で求めた接線と曲線 $y = f(x)$ で囲まれた図形の面積を求めよ。

問2. 以下の問いに答えよ。

- (1) 関数 $f(x) = \log \left(\frac{1 + \cos x}{1 - \cos x} \right)$ の導関数を求めよ。ただし、 $\log x$ は x の自然対数を表す。
- (2) $\lim_{x \rightarrow \infty} x(\sqrt{x^2 + 4x + a} - x - b) = 1$ が成り立つとき、定数 a, b を求めよ。
- (3) 虚部がゼロでない複素数 z について $z + \frac{5}{z}$ が実数であるとき、 $|z|$ を求めよ。

[2] 虹について述べた以下の文章を読んで、設問に答えよ。

著作権保護の観点から、公開していません。

Walter Lewin with Warren Goldstein, "*For The Love of Physics*", p 81, Free Press (2011)より抜粋,
一部改変

zillions: 膨大な, おびただしい zero: 照準を合わせる refract: 屈折する reflect: 反射する

問 1. 下線部(1), (2)を和訳せよ。

問 2. 雨滴に入射した太陽光線のうち赤色の光線が描く軌跡（一回反射する場合）が解答用紙に示してある。本文の内容を参考に紫色の光線が解答用紙の図の①から入射して描く軌跡の概略を、赤色の光線との差がわかるように図示せよ。

問 3. 本文の内容から判断すると、虹の円弧より内側の空と外側の空ではどちらが明るくなると考えられるか？どちらが明るくなるかと、そう考える理由について、40 語程度の英文を用いて答えよ。

[3] 以下の設問に答えよ。

図 1(a)のように、固定台の水平面上の点 C に半径 r の円筒面が取り付けられており、また点 B の鉛直上方の高さ l の点 O に、長さ l の糸を介して質量 m_1 の小球 1 が吊り下げられている。点 B には質量 m_2 の小球 2 が置かれ、静止している。今、図のように OB と糸が角度 θ ($< \frac{\pi}{2}$ ラジアン) をなす点 A において小球 1 を静かに離す。小球 1 は鉛直下向きの重力 (重力加速度 g) により加速され、最下点 B に達したときに小球 2 に衝突する。衝突によって水平面上を滑り出した小球 2 は、図中の矢印で示したように C より円筒の内面に沿って滑り上がり、最上点 D を通過する。2 つの小球は大きさが無視でき、紙面内でのみ運動し、空気抵抗や固定台上のすべての摩擦抵抗は無視でき、円筒面内を含めて固定台上を滑らかに滑るものとする。糸の質量は無視できるほど軽く、糸がたるむことは無い。このとき、以下の問いに答えよ。なお、速度については、図中の水平右向きを正とせよ。

- 問 1. 小球 2 に衝突する直前の小球 1 の速度を、 g, l, m_1, θ のうち必要なものを用いて求めよ。導き方も示せ。
- 問 2. 二つの小球間の反発係数を e として、衝突直後の小球 1 と 2 の速度をそれぞれ、 $e, g, l, m_1, m_2, \theta$ のうち必要なものを用いて求めよ。導き方も示せ。
- 問 3. 小球 2 が円筒の内面を離れることなく D を通過した場合に、 θ が満たす条件式を、 e, g, l, m_1, m_2, r のうち必要なものを用いて求めよ。導き方も示せ。

次に、固定台から円筒面を取り外し、代わりに図 1(b) に示すように質量 M の可動台を設置する。可動台は上面が平らで摩擦を持ち (小球 2 に対する動摩擦係数は μ')、固定台の水平面と同じ高さを保ったまま滑らかに水平に直線運動できるようになっている。この可動台は、最初、水平面の端点 E にすきま無く接した状態で静止している。今、図のように、小球 2 を速度 v で E から可動台上へ進入させると、摩擦の効果で可動台は加速される。一方で小球 2 自身は徐々に減速し、最終的に可動台から落ちることなく可動台に対して止まった。このとき、以下の問いに答えよ。速度と加速度については、図中の水平右向きを正とせよ。

- 問 4. 減速中の小球 2 と加速中の可動台の、固定台に対する加速度をそれぞれ a_2, a_M とする。このとき、小球 2 と可動台それぞれの運動方程式を $a_2, a_M, g, m_2, M, v, \mu'$ のうち必要なものを用いて示せ。
- 問 5. 小球 2 が可動台の上を滑りだしてから止まるまでの時間を求めよ。導き方も示せ。
- 問 6. 小球 2 が可動台に対して止まった後の、小球 2 の固定台に対する速度を求めよ。導き方も示せ。
- 問 7. 小球 2 が可動台から落ちないために、可動台の長さ x に求められる条件式を求めよ。導き方も示せ。

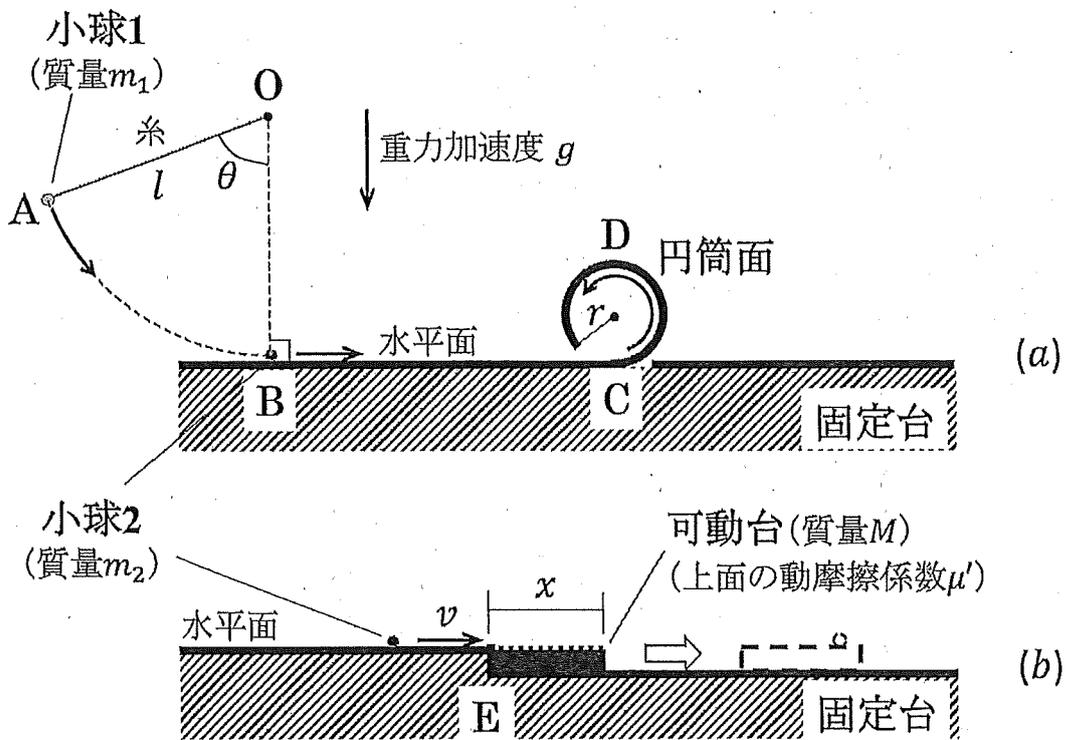


図 1

[4] 以下の設問に答えよ。

図1のような、 xy 平面内において、 $x < 0$ では、磁界の磁束密度の大きさはゼロで、 $x \geq 0$ では、紙面の裏から表方向に、時間的、空間的に一定の磁束密度の大きさ B の磁界が加えられている。図のような頂点 D から底辺 EF までの距離が a である正三角形 DEF の一巻きコイルを平面内に置く。このコイルに力を加え、底辺 EF の中点と D を結ぶ直線が x 軸に一致するようにコイルを $+x$ 方向に一定の速さ v で移動させる。コイルの各辺の抵抗を R とし、コイルの導線の太さは無視できるとする。コイルの位置を頂点 D の x 座標で表し、コイルが $x=0$ に来たときを時刻 $t=0$ として、コイルの位置が $0 < x < a$ の範囲にある時刻 t について、以下の問いに答えよ。ただし、問6以外では、コイルの自己インダクタンスは無視できると仮定する。

- 問1. コイルを貫く磁束の大きさ $\Phi(t)$ を B, v, t を用いて表せ。導き方も示せ。
- 問2. 時刻が t から微小時間 Δt だけ変化したとき、磁束の大きさの変化量 $\Delta\Phi(t)$ を $B, v, t, \Delta t$ を用いて表せ。導き方も示せ。
- 問3. コイルに発生する誘導起電力の大きさを B, v, t を用いて表せ。導き方も示せ。ただし、問2で、 Δt の項に比べて $(\Delta t)^2$ の項が小さいとして、それを無視してよいとする。
- 問4. コイルに流れる電流の向きは $E \rightarrow F$ か $F \rightarrow E$ のどちらの向きか。そう考える理由も説明せよ。
- 問5. コイルで消費される電力の大きさ $P(t)$ を B, v, t, R を用いて表せ。導き方も示せ。
- 問6. もし、コイルの自己インダクタンスが無視できない場合、回路に流れる電流は、自己インダクタンスが無視できる場合に比べ、大きくなるか、小さくなるか、それとも変わらないか。その理由も説明せよ。

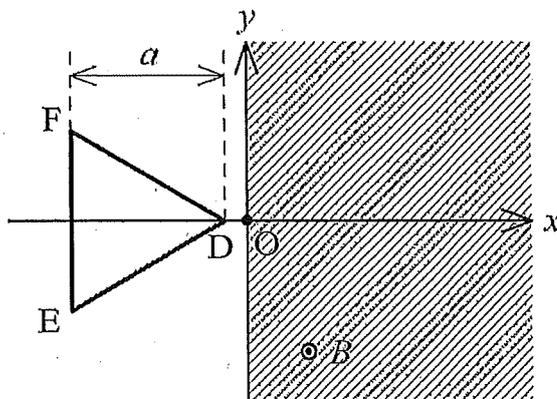


図1

問7. 次に、図1のコイルの左側に導線をつなぎ、図2のような形状のコイルを作った。EFGJは正方形である。各辺の抵抗は R である。このコイルを前述と同様に一定の速さ v で移動させる。コイルの位置を頂点Dの x 座標で表し、コイルの頂点Dが $x=0$ に来たときを時刻 $t=0$ とする。図2のように、コイルの位置が $0 < x < a$ の範囲にある時刻 t のとき、コイルの辺DE、FE、JE間に流れる電流 I_1 、 I_2 、 I_3 を B 、 v 、 t 、 R を用いて表せ。導き方も示せ。

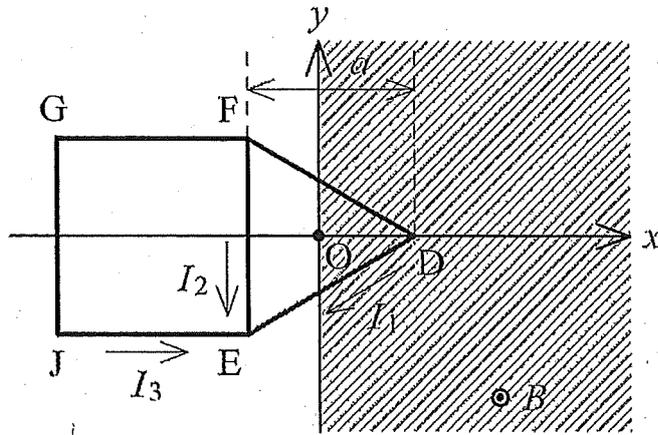


図2

令和2年度
広島大学光り輝き入試 AO入試

理学部 化学科

筆記試験 問題

令和元年11月25日

自 13時00分

至 15時30分

答案作成上の注意

1. 試験開始の合図があるまでは、この問題冊子の中を見てはいけません。
2. この問題冊子の総ページは、10ページです。
3. 解答用紙は3枚、下書き用紙は1枚です。解答は、すべて対応する番号の解答用紙の所定の解答欄に記入しなさい。
4. 受験番号は、すべての解答用紙と下書き用紙の所定の場所に、必ず記入しなさい。
5. 配付した解答用紙と下書き用紙は、持ち出してはいけません。
6. 試験終了後、問題冊子は持ち帰りなさい。
7. 計算問題を解答する場合には有効数字に注意し、必要ならば四捨五入しなさい。

このページは白紙である。

このページは白紙である。

[I] 電気化学に関する以下の英文を読み、問 1～問 5 に答えよ。なお、酸素と硫黄の原子量をそれぞれ 16.0, 32.0, ファラデー定数を $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ とする。

著作権保護の観点から、公開していません。

(R. H. Petrucci ほか, General Chemistry: Principles and Modern Applications, 9th Ed, Pearson Education (2007) p863-p864 より抜粋し一部改変)

· automobile = 自動車, device = 装置, intrinsic = 固有の, preeminence = 卓越,
combustion = 燃焼, battery = 電池, manufacture = 製造, refine = 精錬する, corrosion =
腐食

問1 下線部(a) を日本語に訳せ。

問2 下線部(b)の例としてダニエル電池 $(-)\text{Zn}|\text{ZnSO}_4\text{aq}|\text{CuSO}_4\text{aq}|\text{Cu}(+)$ があり、その起電力は1.1 Vである。この亜鉛板と硫酸亜鉛水溶液をそれぞれ、マグネシウム板と硫酸マグネシウム水溶液に変えると、その起電力はもとのダニエル電池より大きいか、小さいか、変化しないか、理由とともに答えよ。

問3 下線部(c)の例として鉛蓄電池がある。鉛蓄電池を50.0秒間放電したところ、平均して1.93 Aの電流が流れた。放電後、負極の質量と正極の質量は、それぞれ何g変化したか。計算過程を簡潔に示し、有効数字3桁で答えよ。

問4 下線部(d)の例として銅の電解精錬がある。鉄、ニッケル、金、銀のみを不純物とする粗銅を電解精錬した。陽極泥となる金属をすべて元素記号で答えよ。

問5 下線部(e)の例として過酸化水素の反応がある。過酸化水素は反応する相手により酸化剤としてはたいたり、還元剤としてはたいたりする。それぞれの場合の半反応式を答えよ。

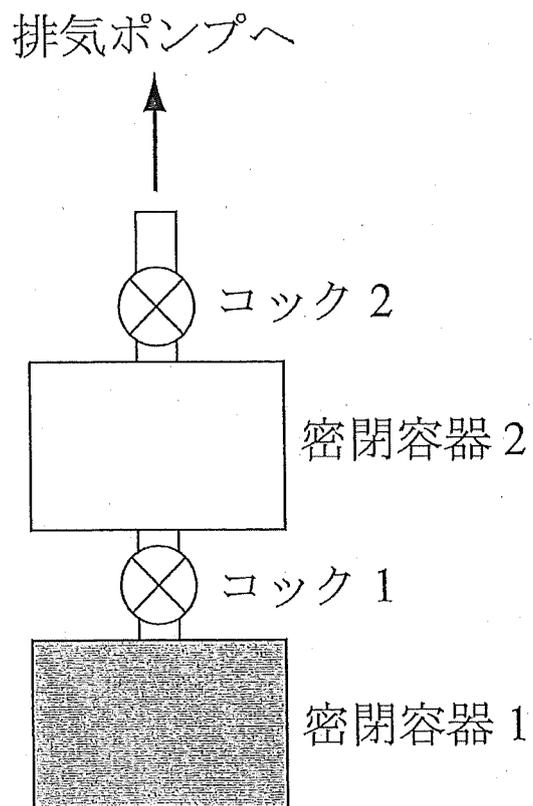
[II] 次の文章を読み、問1～問3に答えよ。ただし、気体はすべて理想気体とし、気体の溶解度と圧力の間にはヘンリーの法則が成り立つものとする。また、気体定数を $R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$ とする。

標準状態 ($1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$, $0 \text{ }^\circ\text{C}$ とする) において、液体の水 1.0 L に溶ける窒素、酸素、二酸化炭素の量はそれぞれ 24 mL , 49 mL , 1.7 L である。また、水の蒸気圧は無視するものとする。

問1 $2.0 \times 10^5 \text{ Pa}$, $0 \text{ }^\circ\text{C}$ の窒素と接している液体の水 1.0 L に溶けている窒素の物質量 [mol] を有効数字2桁で求めよ。計算過程も簡潔に示せ。

問2 窒素と酸素が一定の割合で混合されている混合気体 G が、 $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$, $0 \text{ }^\circ\text{C}$ において液体の水 1.0 L と接している。このとき、水に溶けている窒素の体積は、標準状態での体積に換算すると 20 mL であった。このとき、水に溶けている酸素の物質量 [mol] と、混合気体 G における酸素のモル分率を、それぞれ有効数字2桁で求めよ。計算過程も簡潔に示せ。

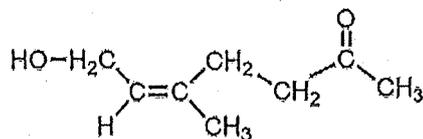
問3 $0 \text{ }^\circ\text{C}$ において以下の実験を行う。次ページの図のように、密閉容器1と2 (内容量はどちらも 1.0 L とする) がコック1で接続されている。密閉容器2はコック2で排気ポンプと接続されている。密閉容器1には、 $0 \text{ }^\circ\text{C}$ において $3.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ の圧力の二酸化炭素と接触させることにより、あらかじめ二酸化炭素を溶かした液体の水 1.0 L が入れられており、コック1は閉じられている。コック1を閉じたまま、コック2を開けて密閉容器2の内部を排気し、密閉容器2の気体を完全に抜いた。コック2を閉じ、コック1を開けたところ、水に溶けていた二酸化炭素の一部が密閉容器2へと移動した。十分時間が経過して密閉容器2の圧力が変化しなくなったときのその圧力 [Pa] を有効数字2桁で求めよ。計算過程も簡潔に示せ。なお、密閉容器に接続されている管やコック内の体積は無視できるものとする。実験中に密閉容器の内容量は変化せず、液体の水の体積も変化しないものとする。



図

[Ⅲ] 次の問 1～問 3 に答えよ。構造式は例にならって記せ。なお、答えるさい
鏡像異性体は区別しなくてよい。

(例)



問1 構造異性体の関係にある分子式 $\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}$ で表される 8 種類のアルコールの構造式を、第一級アルコール、第二級アルコール、第三級アルコールに分類して記せ。また、不斉炭素原子がある場合は*印をその炭素に記せ。さらに、8 種類の構造異性体のうち、もっとも酸化されにくいアルコールを一つ選び、構造式を丸で囲め。

問2 化合物 A は分子式 $\text{C}_5\text{H}_8\text{O}$ で表されるアルコールであり、不斉炭素原子をもっている。この化合物 A を用いて次の実験を行った。これらの条件を満たす化合物 A～D の構造式を記せ。

実験 1 : 触媒に白金を用いて、化合物 A を水素 H_2 と付加反応させたところ、化合物 A 一分子に対して、二分子の水素 H_2 が反応して化合物 B がえられた。化合物 B は $\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}$ で表されるアルコールであり、不斉炭素原子をもっていた。

実験 2 : 化合物 B をおだやかに酸化すると、フェーリング液を還元する化合物 C を経て、化合物 D が生じた。

問3 分子式 $\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}$ で表される第二級アルコール E は、分子内脱水反応によって構造異性体の関係にある二種類のアルケン F, G を生成した。その二種類のアルケン F, G にはどちらも幾何異性体は存在しなかった。アルコール E, およびアルケン F, G の構造式を記せ。

このページは白紙である。

このページは白紙である。

問題訂正

学部・学科名：理学部 地球惑星システム学科
科目名：筆記試験

3 ページ 11 行目

(誤)

[I] (5)

地盤災害の科学的な～

(正)

[I] (5)

地質災害の科学的な～

令和2年度
広島大学光り輝き入試 AO入試

理学部 地球惑星システム学科

筆記試験 問題

令和元年11月25日

自 13時00分

至 15時00分

答案作成上の注意

1. 試験開始の合図があるまでは、この問題冊子の中を見てはいけません。
2. この問題冊子の総ページは、7 ページです。
3. 解答用紙は 3 枚。解答は、すべて対応する番号の解答用紙の所定の解答欄(表面)に記入しなさい。ただし、解答欄が不足する場合は裏面を使用してもよい。
4. 受験番号は、すべての解答用紙の所定の場所に、必ず記入しなさい。
5. 配付した解答用紙は、持ち出してはいけません。
6. 試験終了後、問題冊子は持ち帰りなさい。
7. 解答用紙の注意事項もよく読みなさい。

[I]次の文章を読み, 以下の(1)～(5)に答えよ。解答は解答用紙に記入せよ。

著作権保護の観点から、公開していません。

(Stephen P. Hicks, Geoscience analysis on Twitter, Nature Geoscience 12, 585-586 (2019)より一部改変して引用)

著作権保護の観点から、公開していません。

- (1) 下線部 (a) を和訳せよ。
- (2) 下線部 (b) を和訳せよ。
- (3) “This” の意味を含めて下線部 (c) を和訳せよ。
- (4) 下線部 (d) を英訳せよ。
- (5) 地盤災害の科学的な理解のためにツイッターを使用する科学的価値, および注意すべき点について, 本文の内容を要約しながら, 自分の考えを述べよ。

[II] 以下の問1と問2に答えよ。解答は解答用紙に記入せよ。

[問 1]

図 1 は地球だ円体で、地球の形にもっとも近い回転だ円体を表している。地球だ円体面上のある地点における、面の法線が赤道面となす角度を、その地点の地理緯度という。表 1 は、地理緯度が 0° 、 36° 、 90° 付近における緯度差 1° に対する子午線(経線)のおよその長さを示している。以上の情報をもとに以下の(1)～(5)に答えよ。

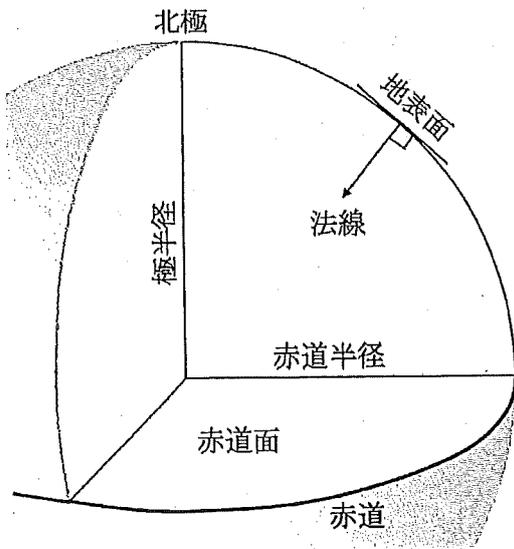


図 1 地球だ円体

表 1 緯度差 1° に対する子午線の長さ

地理緯度	0°	36°	90°
1° に対する子午線の長さ	ア	111.0 km	イ

(1) 表1の と に入る長さを、それぞれ下の値から選べ。

110.6 km, 111.0 km, 111.7 km

(2) 表1から、地球だ円体はどのような形をしていると考えられるか答えよ。

(3) 地球だ円体が、(2)で答えた形となっていることの原因を述べよ。

(4) 地球だ円体の扁平率は約 $\frac{1}{298}$ であり、赤道半径はおよそ 6378 km である。極半径はおよそ何 km か答えよ。

(5) 高緯度と低緯度での緯度差 1° に対する子午線の長さのほかに、地球が球ではなく回転円体であることを示す現象にはどのようなことがあるか述べよ。

[問2]

図2は太陽系の惑星(水星, 金星, 地球, 火星, 木星, 土星, 天王星, 海王星)と月の半径を横軸に, その平均密度を縦軸にとった図である。この図に関して以下の(1)~(3)に答えよ。

(1)天体の半径と平均密度から, 天体はグループ I とグループ II に分かれる。表2に示した様々な物質の密度を参考にし, グループ I とグループ II の天体の特徴を説明せよ。

表2 様々な物質のおおよその密度

岩石 : $2.5 \sim 3.5 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ (火成岩)

鉄 : $7.874 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$

水素 : 0.052 kg/m^3 (気体, 21°C) , 70.8 kg/m^3 (液体, -253°C)

ヘリウム : 0.169 kg/m^3 (気体, 15°C) , 124.8 kg/m^3 (液体, -269°C)

(注 : 密度は概ね常圧の値)

(2)図2にプロットされた点 A~I の中から月, 地球, 木星に相当するものをそれぞれ選び答えよ。

(3)我が国が探査を行った小惑星イトカワは, 図2のグループ I に属する天体の主要構成物質と同じ物質から成り立っている。しかし, 小惑星イトカワの平均密度は, $1.9 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ と小さい。小惑星イトカワはなぜグループ I の天体と比べて平均密度が小さいのか, その成り立ちと特徴を説明せよ。

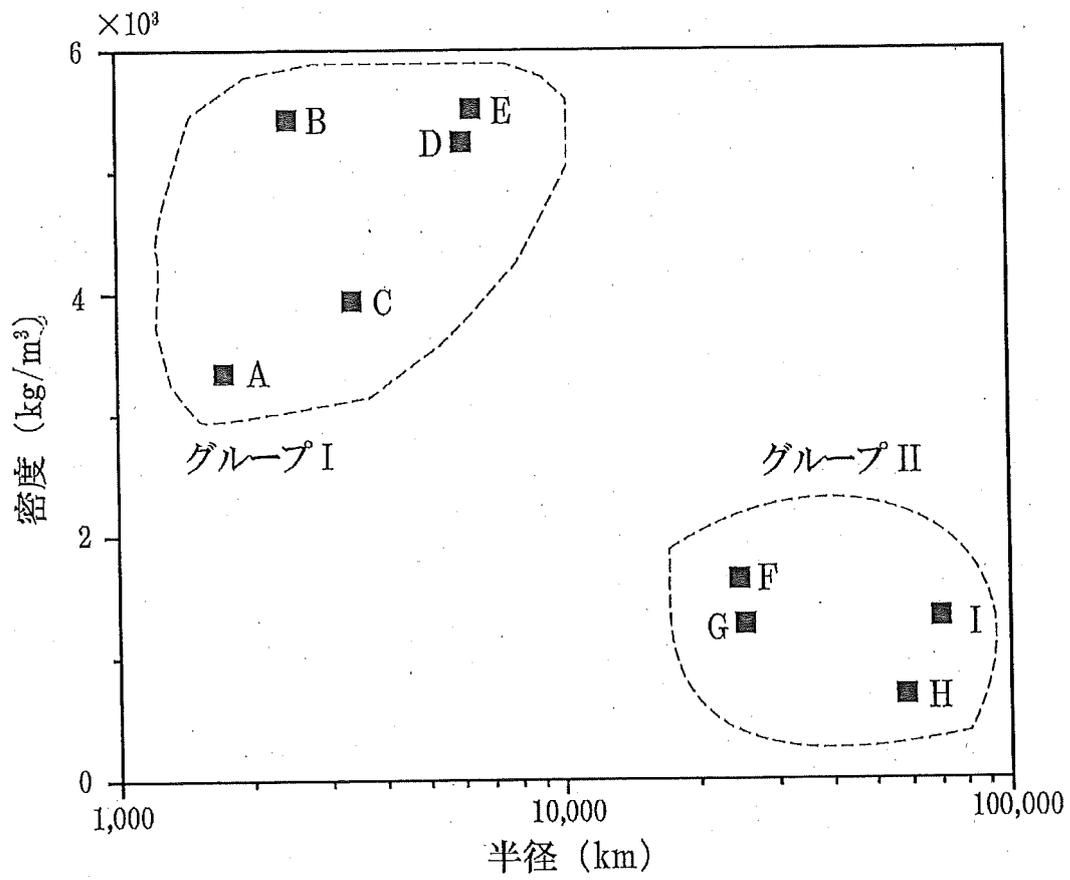


図2 太陽系の天体の半径と平均密度