

H8-2021-

英 語

学科(記述式)試験問題

注 意 事 項

1. 問題は **3 題**で、解答時間は **1 時間 20 分**です。
2. 答案用紙の記入について
 - (ア) 答案は濃くはっきり書き、書き損じた場合は、解答の内容がはっきり分かるように訂正してください。また、答案用紙の表側だけで書ききれないときは、「**裏に続く**」と書いて裏側を使用してください。
 - (イ) 答案用紙は、表紙を除き **6 枚つづり 1 冊**です。
 - (ウ) 答案用紙の表紙の各欄にそれぞれ必要事項を記入してください。
[]-()-[]の欄は[H8]-(2021)-**英語**と記入してください。
 - (エ) 答案用紙各枚の右上の(ページ)欄に上から順にページ数を記入してください。
 - (オ) 下記のとおり指定されたページを使って解答してください。

【問題番号】	(ページ)
【No. 1】	(1 ~ 2)
【No. 2】	(3 ~ 4)
【No. 3】	(5 ~ 6)
 - (カ) 答案用紙各枚の左上にある(No.)の欄には問題番号を記入してください。
 - (キ) 試験の公正を害するおそれがありますので、答案用紙の氏名欄以外に氏名その他解答と関係のない事項を記載しないでください。
3. この問題集は、本試験種目終了後に持ち帰りができます。
4. 本試験種目の途中で退室する場合は、退室時の問題集の持ち帰りはできませんが、希望する方には後ほど渡します。別途試験官の指示に従ってください。なお、試験時間中に、この問題集を切り取ったり、転記したりしないでください。
5. 下欄に受験番号等を記入してください。

第1次試験地	受験番号	氏 名
--------	------	-----

指示があるまで中を開いてはいけません。

【No. 1】 Read the following sentences and answer the questions (1)-(4) in English.

著作権の関係のため、掲載できません。

koumuin-saiyo.jp

著作権の関係のため、掲載できません。

- (1) Choose a word in the text that could summarize the idea described in the part underlined (A).
- (2) In this context, who are represented by the word *Romans* in the proverb (B)?
- (3) What would be the position of assimilation on ethnic and cultural diversity?
- (4) What is the similarity between amalgamation and assimilation?

【No. 2】 次の文章を読み、問い(1), (2), (3)に答えよ。

著作権の関係のため、掲載できません。

koumujin-saiyo.jp

著作権の関係のため、掲載できません。

- (1) 下線部(A)を和訳せよ。
- (2) 下線部(B)について、過去に雨や雪として降った水の同位体組成から当時の気温が推定できるのは、両者にどのような関係があると仮定できるからか。本文中の記述に基づき、30字程度の日本語で説明せよ。
- (3) 下線部(C)について、降水の同位体組成から気温を推定する場合、不確実性の要因として測定誤差以外にどのようなものが考えられるか。下線部(C)以降で挙げられている例を、50～70字程度の日本語で要約せよ。

【No. 3】 次の文章を読み、下線部(1), (2), (3)を英訳せよ。

著作権の関係のため、掲載できません。

koumujin-saiyo.jp

H8-2021-

数 学

学科(記述式)試験問題

注 意 事 項

1. 問題は **3 題**で、解答時間は **1 時間 20 分**です。
2. 答案用紙の記入について
 - (ア) 答案は濃くはっきり書き、書き損じた場合は、解答の内容がはっきり分かるように訂正してください。また、答案用紙の表側だけで書ききれないときは、「裏に続く」と書いて裏側を使用してください。
 - (イ) 答案用紙は、表紙を除き **6 枚つづり 1 冊**です。
 - (ウ) 答案用紙の表紙の各欄にそれぞれ必要事項を記入してください。
[]-()-[]の欄は[H8]-(2021)-**数学**と記入してください。
 - (エ) 答案用紙各枚の右上の(ページ)欄に上から順にページ数を記入してください。
 - (オ) 下記のとおり指定されたページを使って解答してください。

【問題番号】	(ページ)
【No. 1】	(1 ~ 2)
【No. 2】	(3 ~ 4)
【No. 3】	(5 ~ 6)
 - (カ) 答案用紙各枚の左上にある(No.)の欄には問題番号を記入してください。
 - (キ) 試験の公正を害するおそれがありますので、答案用紙の氏名欄以外に氏名その他解答と関係のない事項を記載しないでください。
3. この問題集は、本試験種目終了後に持ち帰りができます。
4. 本試験種目の途中で退室する場合は、退室時の問題集の持ち帰りはできませんが、希望する方には後ほど渡します。別途試験官の指示に従ってください。なお、試験時間中に、この問題集を切り取ったり、転記したりしないでください。
5. 下欄に受験番号等を記入してください。

第1次試験地	受験番号	氏 名
--------	------	-----

指示があるまで中を開いてはいけません。

【No. 1】 以下の設問に答えよ。

- (1) $0 \leq t \leq \pi$ のとき、方程式 $2 \cos 3t + 1 = 0$ を解け。
(2) 実数 t に対して、 $x = \cos t$ とする。 $\cos 3t$ を x を用いて表せ。
(3) (1), (2)の結果を用いて

$$\cos \frac{2}{9}\pi + \cos \frac{4}{9}\pi + \cos \frac{8}{9}\pi, \quad \cos \frac{2}{9}\pi \cos \frac{4}{9}\pi + \cos \frac{4}{9}\pi \cos \frac{8}{9}\pi + \cos \frac{8}{9}\pi \cos \frac{2}{9}\pi$$

の値をそれぞれ求めよ。

- (4) $\theta = \frac{\pi}{9}$ として、数列 $\{a_n\}$ を

$$a_1 = \sin^2 \theta,$$

$$a_{n+1} = 4a_n(1 - a_n) \quad (n = 1, 2, \dots)$$

で定める。

- (i) $\{a_n\}$ の一般項を求めよ。なお、 θ を用いて解答してもよい。

- (ii) 数列 $\{b_n\}$ を、 $\{a_n\}$ を用いて

$$b_n = \frac{a_1 + a_2 + \dots + a_n}{n} \quad (n = 1, 2, \dots)$$

で定める。このとき、極限值 $\lim_{n \rightarrow \infty} b_n$ を求めよ。

【No. 2】 点 O を中心とする半径 r の円 C を考える。以下の設問に答えよ。

- (1) 3点 P, Q, R が C 上を動くとき、 $\overrightarrow{PQ} \cdot \overrightarrow{PR} \leq 4r^2$ を示せ。また、等号成立条件を求めよ。
- (2) C 上の二つの定点 Q, R を、 O, Q, R が同一直線上に並ばないようにとり、 C 上の点 P が、次の条件
(A) 「 P, Q, R が互いに異なり、 $\angle QPR$ は鈍角」
を満たすように動く。線分 QR の中点を M とし、 $\overrightarrow{OM} = \vec{a}$, $\overrightarrow{PM} = \vec{b}$, $\overrightarrow{QM} = \vec{c}$, $|\vec{a}| = t$ とする。
 - (i) $|\vec{b}|$ の最小値を r, t を用いて表せ。
 - (ii) $\overrightarrow{PQ} \cdot \overrightarrow{PR}$ を $|\vec{b}|, |\vec{c}|$ を用いて表せ。
- (3) C 上の3点 P, Q, R が条件(A)を満たしながら動くとする。このとき、 $\overrightarrow{PQ} \cdot \overrightarrow{PR}$ の最小値を求めよ。また、 $\overrightarrow{PQ} \cdot \overrightarrow{PR}$ が最小となるときの $\triangle PQR$ の面積を求めよ。

【No. 3】 放物線 L 上を動く点 $P(x_1, y_1)$ の時刻 t における座標が

$$x_1 = t, \quad y_1 = \frac{1}{2}t^2$$

で与えられているとする。以下の設問に答えよ。

(1) 点 P の時刻 t における速度

$$\vec{v} = \left(\frac{dx_1}{dt}, \frac{dy_1}{dt} \right)$$

及び速さ $v(t) = |\vec{v}|$ を求めよ。

(2) 時刻 0 から t までの間に点 P が動いた道のり s は

$$s = s(t) = \int_0^t v(u) du$$

で与えられる。 $s(t)$ の逆関数 $t(s)$ を用いて、 t の関数 $f(t)$ の s を媒介変数とする表示 $f(t(s))$ を得る。このとき、合成関数及び逆関数の微分法を用いると、 $v(t) \neq 0$ のとき、

$$\frac{df}{ds} = \frac{df}{dt} \frac{dt}{ds} = \frac{1}{\frac{ds}{dt}} \frac{df}{dt} = \frac{1}{v(t)} \frac{df}{dt} = \frac{f'(t)}{v(t)}$$

により、 s による f の微分 $\frac{df}{ds}$ の、 t を媒介変数とする表示が得られる。

このことを利用して、ベクトル

$$\vec{p} = \left(\frac{dx_1}{ds}, \frac{dy_1}{ds} \right)$$

を、 t を用いて表せ。また、 $|\vec{p}| = 1$ であること、及び、 \vec{p} と \vec{v} が平行であることを示せ。

(3) ベクトル

$$\vec{q} = \left(\frac{d^2x_1}{ds^2}, \frac{d^2y_1}{ds^2} \right)$$

を、 t を用いて表し、 \vec{q} と \vec{p} が垂直であることを示せ。また、 $\rho(t) = \frac{1}{|\vec{q}|}$ と定めるとき、 $\rho(t)$ を t を用いて表せ。

(4) $t > 0$ とする。放物線 L 上の点 P における法線を N とし、 N 上の点 $Q(x_2, y_2)$ を

$$|\vec{PQ}| = \rho(t) \text{ かつ } x_2 < x_1$$

を満たすようにとる。このとき、 x_2 と y_2 をそれぞれ t を用いて表せ。また、点 Q の速度

$$\vec{w} = \left(\frac{dx_2}{dt}, \frac{dy_2}{dt} \right)$$

を、 t を用いて表し、 \vec{w} と \vec{v} が垂直であることを示せ。

(5) 点 P が $t > 0$ の範囲で放物線 L 上を動くときの点 Q の軌跡 C を求め、 L の $x > 0$ の部分と C を座標平面上に図示せよ。

ただし、点 P 、 Q と法線 N の関係が分かるように、適当な点 P を選び、対応する点 Q 、法線 N も併せて図中に示すこと。

H8-2021-

物 理

学科(記述式)試験問題

注 意 事 項

1. 問題は **3 題**で、解答時間は **1 時間 20 分**です。
2. 答案用紙の記入について
 - (ア) 答案は濃くはっきり書き、書き損じた場合は、解答の内容がはっきり分かるように訂正してください。また、答案用紙の表側だけで書ききれないときは、「裏に続く」と書いて裏側を使用してください。
 - (イ) 答案用紙は、表紙を除き **6 枚つづり 1 冊**です。
 - (ウ) 答案用紙の表紙の各欄にそれぞれ必要事項を記入してください。
[]-()-[]の欄は[H8]-(2021)-**物 理**と記入してください。
 - (エ) 答案用紙各枚の右上の(ページ)欄に上から順にページ数を記入してください。
 - (オ) 下記のとおり指定されたページを使って解答してください。

【問題番号】	(ページ)
【No. 1】	(1 ~ 2)
【No. 2】	(3 ~ 4)
【No. 3】	(5 ~ 6)
 - (カ) 答案用紙各枚の左上にある(No.)の欄には問題番号を記入してください。
 - (キ) 試験の公正を害するおそれがありますので、答案用紙の氏名欄以外に氏名その他解答と関係のない事項を記載しないでください。
3. この問題集で単位の明示されていない量については、全て国際単位系(SI)を用いることとします。
4. この問題集は、本試験種目終了後に持ち帰りができます。
5. 本試験種目の途中で退室する場合は、退室時の問題集の持ち帰りはできませんが、希望する方には後ほど渡します。別途試験官の指示に従ってください。なお、試験時間中に、この問題集を切り取ったり、転記したりしないでください。
6. 下欄に受験番号等を記入してください。

第1次試験地	受験番号	氏 名
--------	------	-----

指示があるまで中を開いてはいけません。

【No. 1】 図 I (a) のような、水平面上に固定された円錐から、水平面に平行な平面で上部を切断して取り除き、円錐と中心軸を共通とする小円錐をくり抜いてできた立体があり、この立体上における物体の運動を考える。円錐及びくり抜いた小円錐の中心軸を通る鉛直断面を図 I (b) に示す。円錐及び小円錐の底面とそれぞれの母線のなす角は共に 30° である。鉛直断面内で、小円錐の頂点を A、円錐と小円錐の境目に位置する点を C、円錐の底面に位置する点を E とし、AC 間の距離は $2L$ 、CE 間の距離は $4L$ で、点 B 及び点 D をそれぞれ AC、CE の中点とする。また、小円錐面は滑らかで、円錐面は粗いものとし、重力加速度の大きさを g 、円周率を π とする。以下の問いに答えよ。ただし、答えのみでなく、考え方や計算の過程も記すこと。

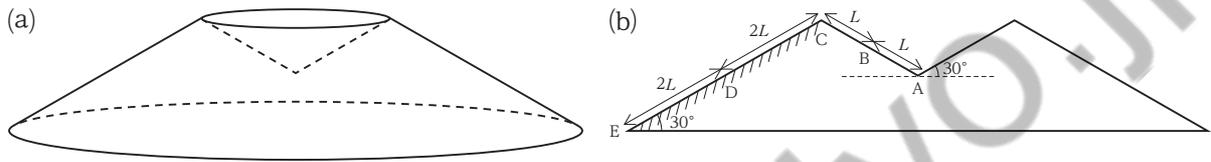


図 I

(1) 図 II のように、質量 m の小球 H が B を通る水平面内で等速円運動している場合の、H の速度の大きさ V_1 と円運動の周期 T_1 をそれぞれ求めよ。

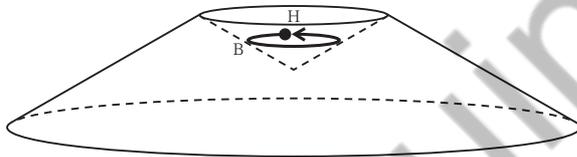


図 II

次に、図 III のように、C に静止していた質量 m の小物体 X が A に向かって小円錐面上を滑り始めた。A から、質量 m の小球 K を小円錐面の AC を通る母線方向に、ある初速度で射出したところ、K と X が B に差し掛かったときに、K と X は非弾性衝突して一体化した。ただし、速度は小円錐面の母線方向の A から C の向きを正とする。

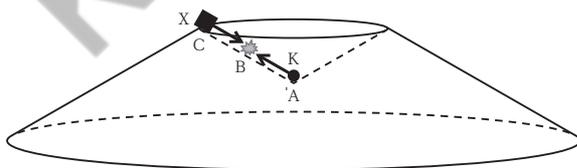
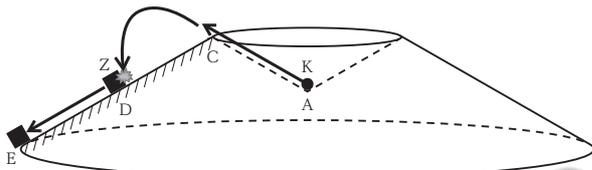


図 III

(2) K と衝突する直前の X の速度 V_2 を求めよ。

- (3) 衝突して一体化した K と X が C を越えて小円錐の外に出るために必要な、B で衝突した直後の K と X の速度 V_3 の条件を求めよ。
- (4) 衝突して一体化した K と X が C を越えて小円錐の外に出るために必要な、B で X と衝突する直前の K の速度 V_4 の条件を求めよ。
- (5) 衝突して一体化した K と X が C を越えて小円錐の外に出るために必要な、A における K の初速度 V_5 の条件を求めよ。

次に、図Ⅳのように、A から、質量 m の K を小円錐面の AC を通る母線方向に、ある初速度で射出したところ、K は C から小円錐の外に飛び出した。その後、K は円錐面上に落下することなく、D に置かれていた質量 m の小物体 Z と衝突した。K に衝突された Z は、Z との間の動摩擦係数が $\frac{\sqrt{3}}{2}$ の円錐面上を滑り降り始め、E で停止した。ただし、K は D で Z に衝突した後は、Z と一体化することなく、また、再び Z と衝突しなかったものとする。また、速度は、小円錐面の母線方向では A から C の向きを正、円錐面の母線方向では C から E の向きを正とする。



図Ⅳ

- (6) K に衝突された直後の Z の速度 V_6 と、K に衝突されてから Z が停止するまでの時間 T_6 をそれぞれ求めよ。
- (7) K が C より小円錐の外に飛び出してから D で Z に衝突するまでの時間 T_7 と、C における K の速度の大きさ V_7 をそれぞれ求めよ。
- (8) Z に衝突する直前の K の速度の大きさ V_8 と、その向きが円錐面となす角 θ_8 ($0^\circ < \theta_8 < 90^\circ$) をそれぞれ求めよ。
- (9) K が Z に衝突した際の、円錐面の母線方向の反発係数を求めよ。
- (10) A における K の初速度 V_{10} を求めよ。

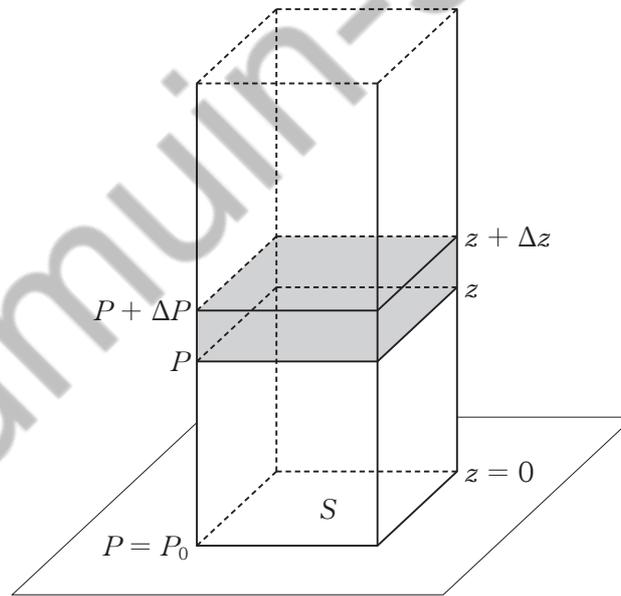
【No. 2】 ある惑星を観測したところ、1 mol 当たりの質量 M の理想気体からなる大気が存在することが分かった。この惑星の大気について、以下の問いに答えよ。ただし、答えのみでなく、考え方や計算の過程も記すこと。

なお、気圧を P 、体積を V 、温度を T とすると、物質質量 n [mol] の理想気体の状態方程式は、

$$PV = nRT$$

である。ここで、 R は気体定数 [$\text{J}/(\text{mol}\cdot\text{K})$] である。また、ここでは「大気」とは惑星の重力により惑星表面を覆っている気体全体を指し、大気のうちの一定量の気体を指すときは「空気」と呼ぶ。

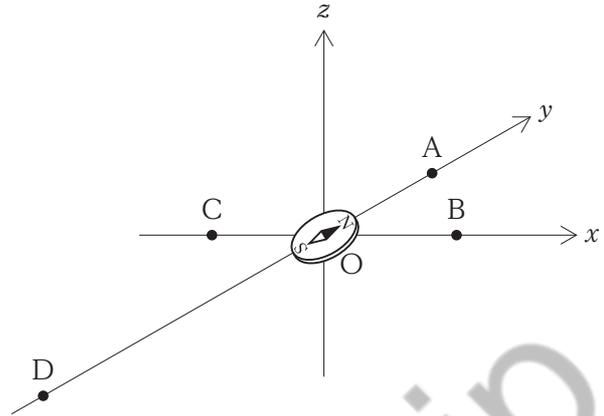
- (1) 1 mol 当たりの質量 M の理想気体が質量 m だけ存在する場合について、状態方程式を M と m を用いて書き換えよ。また、気体の密度を ρ とし、新たな気体定数 $R^* = \frac{R}{M}$ [$\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$] を定義して、状態方程式を ρ と R^* を用いて書き換えよ。
- (2) 大気が静止した平衡状態にあるとして、図のように、水平な地表面から大気の上端まで鉛直上向きに伸びる空気柱(断面積 S)を考え、鉛直上向きの座標を z とする(地表面は $z = 0$)。この空気柱の一部で、高度 z (気圧 P) と $z + \Delta z$ (気圧 $P + \Delta P$) をそれぞれ下端と上端とする空気塊を考える。この空気塊に働く力のつり合いを、空気の密度 ρ を用いて表し、 ΔP と Δz の間の関係式を求めよ。ただし、空気塊の中で ρ は一様とする。また、重力加速度の大きさは g で一定とする。



- (3) (2)の空気柱の密度がいたるところで $\rho = \rho_A = \text{一定}$ であると仮定し、この場合の気圧を P_A とする。地表面における気圧を P_0 とするとき、 P_A を高度 z の関数として表せ。また、この場合の空気柱の上端の高度、すなわち、大気の上端の高度 Z_A を求めよ。
- (4) 大気温度 T が高度 z とともに減少する割合を、気温減率という。すなわち、 $T = T_0 - \Gamma z$ と表される場合 (T_0 は地表面における空気の温度) の Γ が気温減率である。(3)の空気柱における気温減率 Γ_A を求め、定数のみを用いて表せ。

- (5) 次に、(2)の空気柱において、その密度 $\rho = \rho_B$ が一定とは限らないものとする。この空気柱の下端(地表面)に、断熱素材でできた伸縮自在の気球を置き、この空気柱の地表面付近の空気を封入したとする。地表面における気圧が P_0 、空気の温度が T_0 であるとき、この気球を気圧が $P_B (P_B < P_0)$ となる高度まで持ち上げたときの、気球内部の空気の温度 T_B を求めよ。なお、気体が断熱変化する場合には、比熱比を $\gamma (\gamma > 1$ の定数) として、気圧 P と体積 V の間に、 $PV^\gamma = \text{一定}$ の関係が成り立つことを用いてよい。
- (6) (5)において、気圧が P_B から $P_B + \Delta P_B$ に微小変化したときに、温度が T_B から $T_B + \Delta T_B$ に変化したとする。このときの ΔT_B を、 P_B 、 T_B 、 g 、 R^* 、 γ のうち必要なものを用いて、 ΔP_B の1次式で表せ。ただし、 $|x|$ が1に比べて十分小さいときに、 $(1+x)^a = 1+ax$ が近似的に成り立つことを用いること。
- (7) 空気柱の中の空気が断熱的によく混合された後に静止して平衡状態となっている場合、空気柱の温度分布は(6)で求めた温度と同様になっていると考えられる。この場合の気温減率 Γ_B を求め、定数のみを用いて表せ。また、これは(4)の Γ_A と比較して大きいか小さいかを答えよ。

【No. 3】 図のように、 xyz 直交座標系を設定する。すなわち、水平面上、観測者の位置を原点 O とし、 O において方位磁針の指す方向に沿って y 軸をおき、N極(北)側を正とする。 x 軸は、水平面上で O を通り、 y 軸に直交するようにおき、東側を正とする。 z 軸は、 O を通り、 xy 平面と直交するようにおき、上向きを正とする。



O から北へ距離 10.0 cm にある y 軸上の点を A とする。いま、 z 軸上の十分に長い導線に一定の電流を流したところ、 A に置かれた方位磁針のN極側の指す向きが y 軸の正の向きから東側へ 60° 回転した。このとき、以下の問いに答えよ。

ただし、答えのみでなく、考え方や計算の過程も記すこと。また、地磁気による磁場の水平成分の大きさを 25.0 A/m 、真空の透磁率 $\mu_0 = 1.26 \times 10^{-6}\text{ N/A}^2$ 、円周率 $\pi = 3.14$ 、 $\sqrt{3} = 1.73$ とする。

- (1) z 軸上の導線を流れる電流の向きを答えよ。
- (2) 図のように、 O から東西に距離 10.0 cm にある x 軸上の2点をそれぞれ B 、 C とする。 B と C における磁場の水平成分の大きさはどちらが大きいかを、理由と共に述べよ。
- (3) z 軸上の導線を流れる電流の大きさを求めよ。

次に、この系に十分に長い導線 L を加える。図のように、 O から南へ距離 30.0 cm にある y 軸上の点を D とし、 D を通り z 軸と平行になるように L を置き、 z 軸の負の向きに 20.0 A の電流を流した。

- (4) D において、 L の 1.00 cm 当たりに働く力の大きさと向きをそれぞれ求めよ。
- (5) L は半径 a の円形断面をもつとする。 L と同材質で半径 $2a$ の円形断面をもつ同じ長さの導線 M で L を置き換えたとき、 M に流れる電流の大きさは、 L に流れる電流の大きさの何倍かを求めよ。ただし、電流を流すための電圧は変わらないものとする。

また、このとき、 M における単位時間当たりの消費エネルギーは、 L における単位時間当たりの消費エネルギーの何倍かを求めよ。