

国際環境工学部 理科

【注 意】

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. 時間は9時30分から11時30分までの120分、配点は物理、化学それぞれ100点です。
3. この問題冊子は、表紙以外に12ページあり、解答用紙は6枚あります。
4. 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れ等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
5. 解答用紙には、解答箇所以外に受験番号記入欄(各解答用紙2箇所)、氏名記入欄(各解答用紙1箇所)があるので、受験番号と氏名を正しく記入してください。正しく記入されていない場合には採点できないことがありますので、十分注意してください。
6. 解答はすべて指定した解答用紙に記入してください。
7. 解答用紙を持ち出してはいけません。持ち出した場合、試験をすべて無効とします。
8. 試験終了後、問題冊子は持ち帰ってください。

第1問 (物理, 配点 35 点)

図 1.1 のように、ばね定数 k のばねが取り付けられた質量 m の物体がベルトコンベアの上に静止している。ばねの他端は壁に固定されている。はじめ、ばねは自然長の長さであり、ベルトも静止していた。このときの物体の位置を原点として、図に示すようにベルトコンベアの進行方向(紙面右方向)を正の向きとして x 軸をとり、物体の変位を x で表す。同様に、力、速度、加速度も右向きを正の方向とする。物体とベルトの間の静止摩擦係数は μ 、動摩擦係数は μ' であり、重力加速度の大きさは g とする。

いま、時刻 $t=0$ においてベルトを一定速度 v_0 で x 軸の正の向きに動かし始め、同時に物体にも初速度 v_0 を与えたところ、物体はベルト上を滑ることなく移動し始めた。この後の物体の変位 x 、物体の速度 v 、ベルトから見た物体の相対速度 $v-v_0$ の時間変化をそれぞれ図 1.2、図 1.3、図 1.4 に示す。初速度を与えてしばらくの間(図に示す $0 \leq t \leq T_1$ の間)は、物体はベルトの上を滑ることなく移動したが、 $t > T_1$ となった瞬間にベルト上を滑りながら運動を始めた。この後、物体はベルト上を滑りながら運動するが、地面に立つ人から見ると、 $t = T_2$ および $t = T_3$ で物体は一瞬静止し、その前後で物体の進行方向が変わった。この後、 $t > T_4$ となった瞬間に再びベルト上を滑ることなく移動し始めた。

この運動について記述した以下の文章 (1) の空欄に入れるのに適する数式または数値を解答箇所に入力せよ。解答用紙には答えのみを記入し、答えの導出過程は記入しないこと。また、文章 (2) の問いに対する解答は、解答箇所 に導出過程を含めて記述せよ。

- (1) 時刻が $0 \leq t \leq T_1$ において、物体はベルト上を滑ることなく移動しているので、物体には静止摩擦力が作用している。このとき、物体にはたらく摩擦力を x を用いて表すと である。この摩擦力が最大摩擦力より大きくなった瞬間に物体はベルト上を滑り始める。このことより、 $T_1 =$ と表される。物体がベルト上を滑る $T_1 < t < T_4$ における物体の加速度を a とすると、この時間内の物体の運動方程式は のように表される。この運動方程式から、

$T_1 < t < T_4$ における物体の運動は単振動の一部であることがわかる。このことより、 $t = T_2$ と $t = T_3$ の間の時間は、 $T_3 - T_2 =$ と表され、また、単振動の中心の x 座標 X_0 は $X_0 =$ と表される。

(2) $t = T_4$ における物体の変位を求めよ。解答は解答箇所 に導出過程を含めて記述すること。

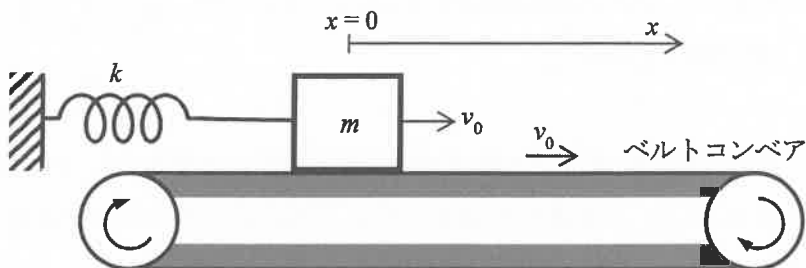


図 1.1

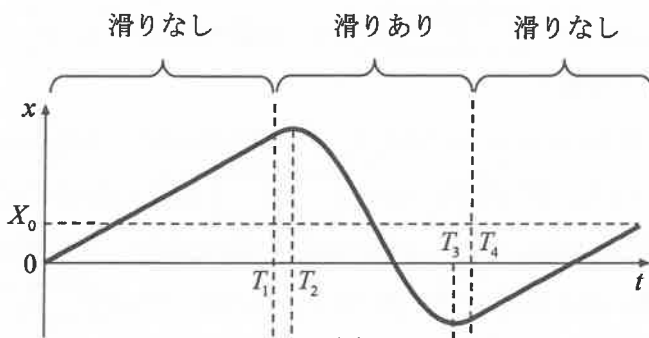


図 1.2

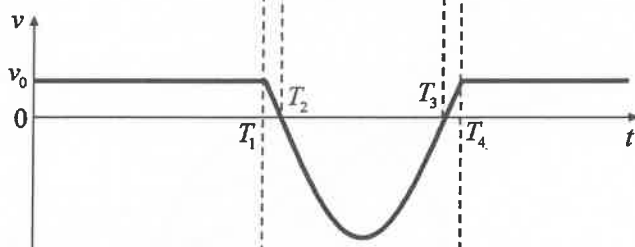


図 1.3

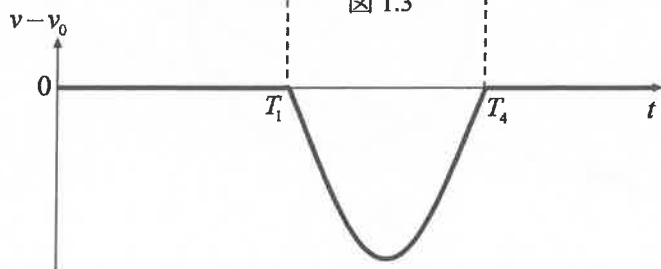


図 1.4

第2問 (物理, 配点 30 点)

以下の文章において , , に入れるのに適する数式または数値を解答箇所に記入せよ。また, , の解答では選択肢①赤, ②紫の中から適切なものを選択し, その番号を解答箇所に記入せよ。解答用紙には答えのみを記入し, 答えの導出過程は記入しないこと。ただし, は答えだけでなく, 導出過程も記述せよ。

屈折率1の空気中にある球形の水滴 (空気に対する屈折率 n) を考える。図2.1は球形の水滴の中心を O として, O を通る球の断面である。太陽光線がこの水滴に入射すると, 図のように屈折 (点 A), 反射 (点 B), 屈折 (点 C) を経て, 空気中に出る。

図2.1において, 入射光線が直線 OA となす角を θ_1 , 屈折後の光線 AB が直線 OA となす角を θ_2 とするとき, $n =$ となり, 光線の反射角 θ_s は θ_1 と θ_2 を用いて $\theta_s =$ となる。

可視光線の屈折率は光の色によって異なり, 赤と紫を比べると, 紫色のほうが大きい。よって, 同じ θ_1 のとき, 赤と紫では θ_s は のほうが大きくなる。また, 図2.1と同様に, 太陽光が水滴に入射し, 2回の屈折と1回の反射をして円弧状に虹ができるとき, 地上から円弧に見える虹の一番内側 (地上に近い側) の色は となる。

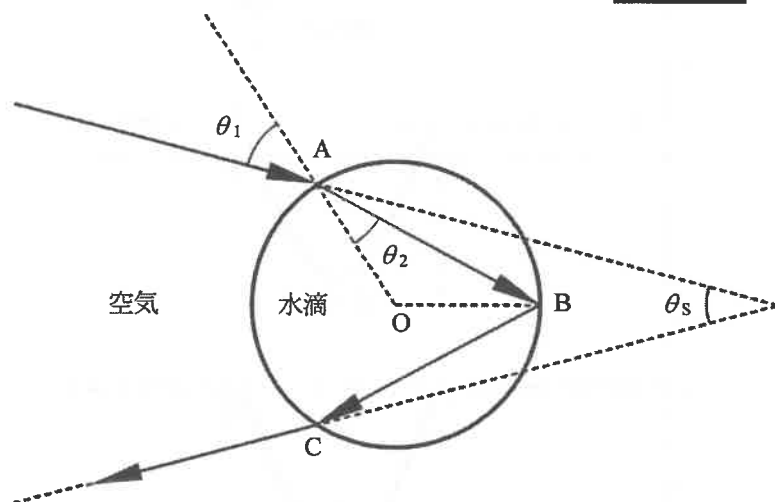


図2.1

図 2.2 のように真空中に置かれたマイケルソン干渉計を考える。マイケルソン干渉計は光源、半透明鏡、2 枚の平面鏡、および検出器で構成されている。光源から波長 λ の光を入射させると、半透明鏡の点 O で光は x 方向と y 方向の 2 つに分かれ、それぞれ 2 枚の平面鏡上の点 A、点 B で反射し、 $O \rightarrow A \rightarrow O \rightarrow D$ および $O \rightarrow B \rightarrow O \rightarrow D$ と 2 つの経路をたどり検出器の点 D で 2 つの光の干渉が観測できる。初めの状態では OA と OB の距離は等しく L [m] である。

平面鏡②を x 軸の正の方向に ΔL [m] だけ移動させたとき、検出器の点 D に入る 2 つの光の光路差は [m] となる。

初めの状態から平面鏡②を x 軸の正の方向にゆっくり移動させていくと、検出器の点 D において 2 つの光が干渉し、最初は明るかったが、明暗を 80 回繰り返し、最後も明るくなった。このとき平面鏡の移動距離は 2.0×10^{-5} [m] であった。これより光源の波長 λ [m] を求めよ。解答は解答箇所 に導出過程を含めて記述すること。

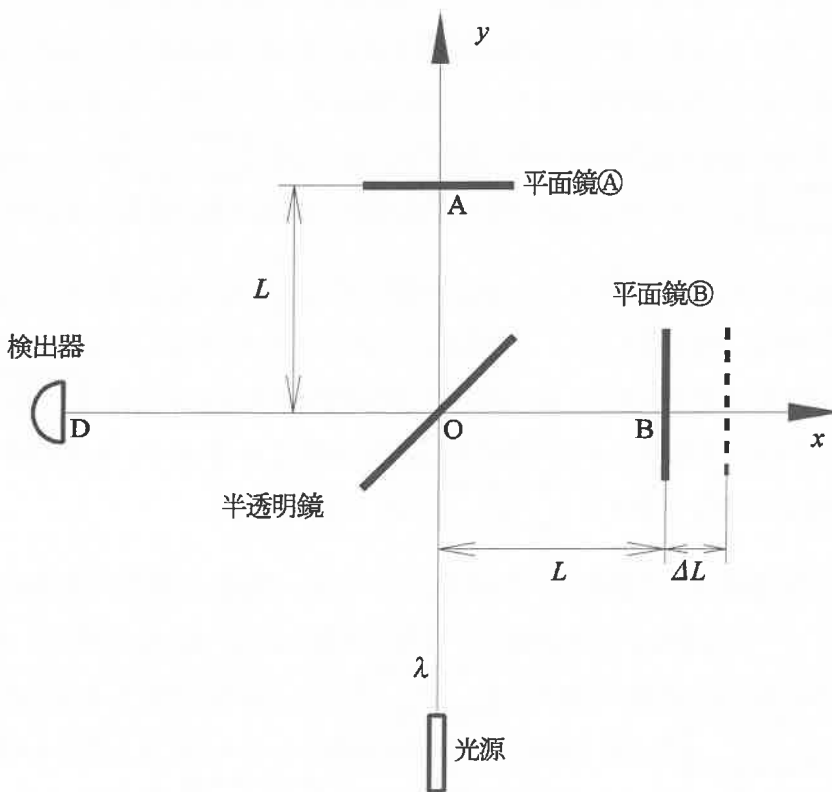


図 2.2

第3問 (物理, 配点 35 点)

以下の空欄に入れるのに適する数式または数値を解答箇所に記入せよ。解答用紙には答えのみを記入し、答えの導出過程は記入しないこと。

問1 あるダイオードに流れる順方向電流 I_D [A] は順方向電圧 V_D [V] により変化し、その値は次の式で表される。

$$I_D = \begin{cases} 0 & (V_D < V_S) \\ \frac{V_D - V_S}{R_0} & (V_D \geq V_S) \end{cases}$$

ここで、 V_S [V] はダイオードに順方向電流が流れ始めるために加えなければならない順方向電圧の最小値 (しきい値電圧) であり、 R_0 [Ω] は V_S 以上の順方向電圧を加えたときにダイオードが持つ固有の抵抗値 (内部抵抗値) である。図 3.1 のように、 V_S よりも大きい起電力 E [V] の直流電源、上記の電流—電圧特性を持つダイオード、このダイオードの内部抵抗値と同じ R_0 の抵抗値を持つ抵抗器を直列に接続したところ、抵抗器に I_0 [A] の電流が流れた。このとき、 V_D と I_0 を E 、 R_0 、 V_S の中から必要なものを用いて表すと、それぞれ $\boxed{\text{ナ}}$ [V] および $\boxed{\text{ニ}}$ [A] となる。なお、図 3.1 内の導線の抵抗は無視できるものとする。

問2 断面積 S [m^2]、抵抗率 ρ [$\Omega \cdot \text{m}$] の導線で作った O を中心とする半径 r [m] の円がある。図 3.2 のように、この導線上に異なる 2 点 A 、 B を $\angle AOB = \theta$ [rad] ($0 \leq \theta \leq \pi$) となるようにとる。 AB 間の合成抵抗は $\theta = \pi$ のとき $\boxed{\text{ヌ}}$ [Ω] である。 $\angle AOB = \theta$ のときの AB 間の合成抵抗 R を θ 、 ρ 、 r 、 S の中から必要なものを用いて表すと $\boxed{\text{ネ}}$ [Ω] である。

問3 図 3.1 の回路を点 P で切断し、両端を図 3.2 の A 、 B に接続して図 3.3 の回路を作るとダイオードに電流 I [A] が流れた。電流 I を問 1 の E 、 R_0 、 V_S と問 2 の R の中から必要なものを用いて表すと $\boxed{\text{ノ}}$ [A] となる。電流 I を最小にする θ は $\boxed{\text{ハ}}$ [rad] である。直流電源の起電力を $E = 4V_S$ としたときの電流 I の値は、 $E = 2V_S$ としたときの電流 I の値の $\boxed{\text{ヒ}}$ 倍になる。

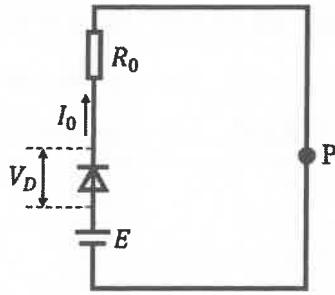


图 3.1

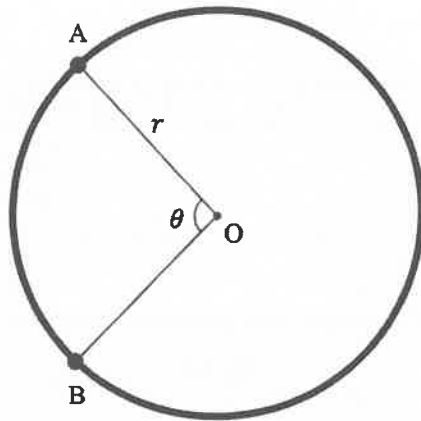


图 3.2

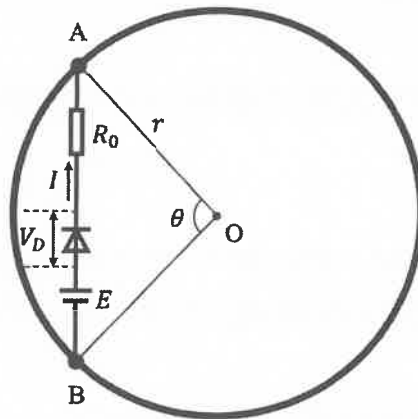


图 3.3

必要があれば、次の原子量、数値を使うこと。

H : 1.0, C : 12.0, O : 16.0, Mn : 54.9

$0^{\circ}\text{C} = 273\text{ K}$, 気体定数 : $8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$

第4問 (化学, 配点 35 点)

下の図 4.1 は、元素の周期表の一部を (ア) ~ (ク) の領域に分類したものである。
以下の問いに答えよ。

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | | |
|---|-----|-----|-----|---|---|---|---|---|---|----|----|----|-----|-----|----|-----|-----|----|--|--|
| 1 | (ア) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | (イ) | (ウ) | | | | | | | | | | | | (カ) | | (キ) | (ク) | | | |
| 4 | | | (エ) | | | | | | | | | | (オ) | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

図 4.1

問1 図 4.1 において、(A) 第1周期、(B) 第3周期、および (C) 第5周期に属する元素の数をそれぞれ答えよ。

問2 (ア) ~ (ク) の各領域に位置する元素を、それぞれの領域について1つずつ元素記号で答えよ。

問3 次の各文章について、正しい記述には○、誤りを含む記述には×を記入せよ。

- (1) 原子が電子1個を受け取って1価の陰イオンになるときに放出されるエネルギーを電子親和力という。
- (2) 電子親和力が大きい原子ほど陰イオンになりやすい。
- (3) 貴ガス(希ガス)を除く第2周期の元素は、原子番号が大きくなるにしたがい、電気陰性度が大きくなる。
- (4) 原子が陰イオンになるときは、最外殻に新たに電子が配置されるので、その半径

は大きくなる。

問4 次の (a) ~ (h) の説明に該当する領域を (ア) ~ (ク) から1つ選び記号で答えよ。

- (a) アルカリ土類金属と呼ばれる元素が位置する領域
- (b) 貴ガス (希ガス) と呼ばれる元素が位置する領域
- (c) 遷移元素と呼ばれる元素が位置する領域
- (d) 単体はすべて二原子分子で, 有色, 有害な物質である元素が位置する領域
- (e) 岩石や鉱物の成分元素として地球の地殻中に最も多く含まれる元素が位置する領域
- (f) 宇宙で存在する割合が最も大きい元素が位置する領域
- (g) 原子の電子配置が K 殻に 2 個, L 殻に 2 個である元素が位置する領域
- (h) 原子の電子配置が K 殻に 2 個, L 殻に 8 個, M 殻に 3 個である元素が位置する領域

第5問 (化学, 配点 35 点)

次の文章を読み、以下の問いに答えよ。なお、問6は単位をつけて有効数字3桁で答えのみを記入し、答えの導出過程は記入しないこと。

17族元素を という。 の原子は 個の価電子をもち、 価の になりやすい。その単体の分子は、分子量の小さい順に、物質A、物質B、物質C、物質D、およびアスタチンである。(a) 物質Aは水と激しく反応し、物質Eと酸素ガス(O₂)を生成する。物質Eの水溶液は とよばれ、電離度は小さいので である。この水溶液はガラスを溶かす性質があるので、保存するときは の容器に貯える。実験室での物質Bの製法の1つに、(b) 酸化マンガン(IV) MnO₂ に濃塩酸を加えて加熱する方法がある。物質Bは少し水に溶けて塩化水素と、漂白作用や殺菌作用のある物質Fを生じる。

問1 空欄 ~ に最も適する語句を答えよ。

問2 空欄 および に当てはまる数字を答えよ。

問3 物質A ~ 物質Dに当てはまる物質の分子式、物質名、および常温・常圧での状態をそれぞれ答えよ。

問4 物質A ~ 物質Dの酸化力の強さはどのような順であるか、正しいものを次の(a) ~ (h)から選べ。

- (a) $A < B < C < D$ (b) $A < B = C < D$ (c) $A = B = C = D$ (d) $B < C < D < A$
(e) $A > B > C = D$ (f) $A > B > C > D$ (g) $A = B > C > D$ (h) $A > B = C = D$

問5 下線部 (a) の反応における酸化還元の様子について、下の例にならって、還元剤および酸化剤として働く物質の化学式と、その物質の中で酸化数に変化する原子の元素記号ならびにその酸化数の変化を答えよ。

(例)

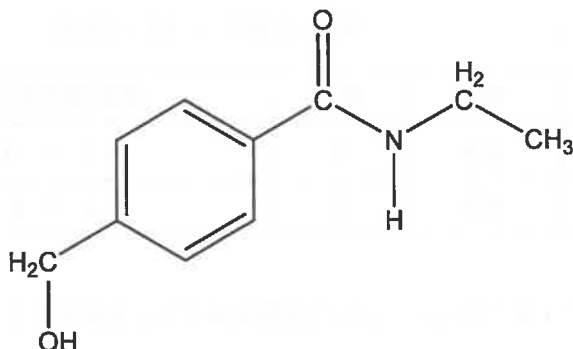
| 化学反応式 | $\text{SO}_2 + 2 \text{H}_2\text{S} \rightarrow 3 \text{S} + 2 \text{H}_2\text{O}$ | | |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------|----|--------------------|
| | 物質 | 原子 | 酸化数の変化 |
| 還元剤 | H_2S | S | $-2 \rightarrow 0$ |
| 酸化剤 | SO_2 | S | $+4 \rightarrow 0$ |

問6 物質 B は 127°C , $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ において理想気体であると仮定する。下線部 (b) の化学反応により、この状態の物質 B を 5.00 L 得るために必要な MnO_2 の質量を求めよ。

問7 物質 F の化学式と物質名を答えよ。

第6問 (化学, 配点 30 点)

次の文章を読み, 以下の問いに答えよ。ただし, 構造式は下の記入例にならって示せ。



構造式の記入例

炭素, 水素, 酸素のみからなる化合物 **A** を (c) 加水分解すると, 中性を示すアルコールである化合物 **B** と (d) カルボキシル基を1つもつ分子量136の芳香族炭化水素である化合物 **C** が得られた。化合物 **B** の質量の割合は炭素 64.8%, 水素 13.6%であった。化合物 **B** 3.30 g を気体にした時の体積は, 0°C, 1.01×10^5 Pa に換算すると 1.00 L であった。化合物 **B** の水溶液にヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱後, 冷却すると黄色沈殿が得られた。化合物 **C** を過マンガン酸カリウムで酸化すると化合物 **D** になり, 化合物 **D** を高温で加熱すると分子内で容易に脱水反応が起こり, 化合物 **E** が得られた。

問1 化合物 **B** の分子式を $C_xH_yO_z$ として, x, y, z を求めよ。ただし, 気体 1 mol の 0°C, 1.01×10^5 Pa での体積は 22.4 L とする。解答は, 途中の計算過程を示しながら答えよ。

問2 化合物 **B** の構造式を示せ。

問3 下線部 (c) で加水分解をうける結合の名称を答えよ。

問4 下線部 (d) の条件を満たす物質は、化合物 C を含め 4 種類ある。それらをすべて構造式で示せ。

問5 問4 の 4 種類の物質のなかで、化合物 C であると考えられる物質を構造式で示せ。

問6 化合物 D の名称を答えよ。

問7 化合物 A, 化合物 D, 化合物 E の構造式を示せ。

2022 (令和 4) 年度 個別学力検査 (一般選抜・前期日程)

国際環境工学部 全学科共通

問 題 訂 正

科目名：【 理科 (物理) 】

訂正内容

第 1 問 1 ページ 上から 1 行目

(誤)・・・質量 m の物体がベルトコンベアの上に・・・

↓

(正)・・・質量 m の物体が水平に設置されたベルトコンベアの上に・・・

2022（令和4）年度 個別学力検査（一般選抜・前期日程）

国際環境工学部 全学科共通

問題訂正

科目名：【 理科（化学） 】

訂正内容

11 ページ 第6問 上から3行目（問題文）

（誤）・・・(d) カルボキシル基を1つもつ分子量136の芳香族炭化水素である・・・

↓

（正）・・・(d) カルボキシ基を1つもつ分子量136の芳香族化合物である・・・

※本紙は、出題ミスに伴う過去問題公開用の問題訂正紙です。