

総 合 問 題

問題 **1** から問題 **6** までの中から、必ず**四問**を選択して解答すること。
選択した問題には、解答用紙の各問題のマーク欄に○を記入すること。
マークしていない解答や五問以上マークしている解答は無効となる場合があるので注意すること。

注 意 事 項

試験開始後、問題冊子(1~7 ページ)及び解答用紙(6 枚)を確かめ、落丁、乱丁あるいは印刷が不鮮明なものがあれば、新しいものと交換するので挙手すること。

1. 試験開始の合図があるまで問題冊子は開かないこと。
2. 解答は、必ず解答用紙の指定されたところに記入すること。
3. 解答する数字、文字、記号等は明瞭に書くこと。
4. 解答用紙は持ち出さないこと。

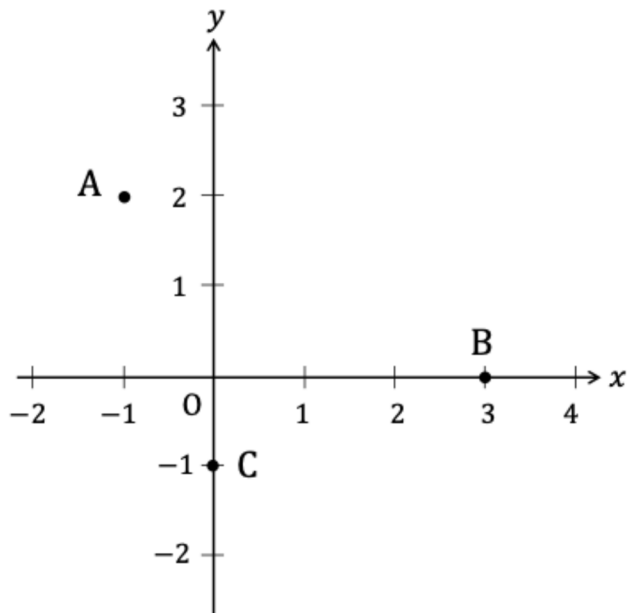
解答上の注意

1. 同一の問題文中に **ア**、**イ** などが 2 度以上現れる場合、2 度目以降は、**ア**、**イ** のように細線で表記するので、解答欄に注意すること。
2. 分数形で解答する場合、それ以上約分できない形で答えよ。例えば、 $\frac{3}{4}$ と答えるところを、 $\frac{6}{8}$ のように答えてはいけない。
3. 根号を含む形で解答する場合、根号の中に自然数が現れる場合は、自然数は最小となる形で答えよ。例えば、 $4\sqrt{2}$ と答えるところを、 $2\sqrt{8}$ のように答えてはいけない。
4. 根号を含む分数形で解答する場合、例えば、 $\frac{3+2\sqrt{2}}{2}$ と答えるところを、 $\frac{6+4\sqrt{2}}{4}$ や $\frac{3+\sqrt{8}}{2}$ のように答えてはいけない。

〔 1 を選択した場合は、解答用紙の 1 の下のマーク欄に○を記入せよ。 〕

1 下図に示す3点, $A(-1, 2)$, $B(3, 0)$, $C(0, -1)$ を頂点とする $\triangle ABC$ とその外接円について, 以下の問いに答えよ。解答用紙には答のみを記入すること。

- (1) $\angle ACB$ の大きさを求めよ。
- (2) $\triangle ABC$ の面積を求めよ。
- (3) $\triangle ABC$ の外接円の半径を求めよ。
- (4) 点 A と原点 O を通る直線が線分 BC と点 P で交わるとき, 線分 BP と線分 PC の長さの比を, 最も小さい整数の組で求めよ。(例えば $10 : 5$ は $2 : 1$ と書くこと)



(2 を選択した場合は、解答用紙の 2 の下のマーク欄に○を記入せよ。)

2 問1～問2に答えよ。

問1 次の定積分を求めよ。計算の過程も示せ。

$$I = \int_0^{\pi} |\sqrt{3} \sin \theta - \cos \theta| d\theta$$

問2 部分積分法を用いて次の不定積分を求めよ。式の展開過程も示せ。

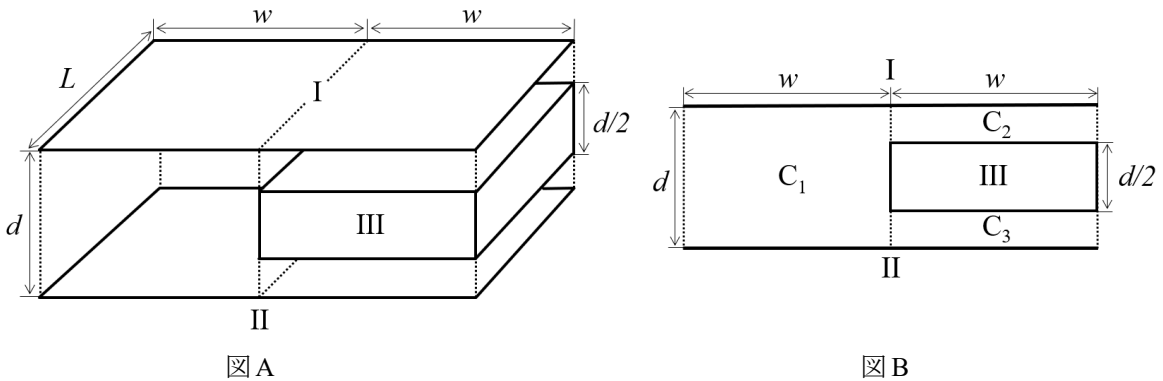
$$I = \int e^x \cdot \cos x dx$$

3
 を選択した場合は、解答用紙の 3 の下のマーク欄に○を記入せよ。

3
 次の文章を読み、問1～問6に答えよ。解答用紙には、答えのみを記入すること。

図Aのような平行な2枚の電極板（金属板）IとII、および金属板IIIからなる平行板コンデンサーがある。図Bに、このコンデンサーを正面から見た図を示す。電極板IとIIは、奥行き L [m]、幅 $2w$ [m]、間の距離は d [m]である。金属板IIIは、奥行き L [m]、幅 w [m]、厚さが $d/2$ [m]の直方体で、その上面と下面は電極板I、IIと平行であり、電極板IとIIから等距離に置かれている。電極板I、IIおよび金属板IIIの間は空気で満たされており、空気の誘電率を ϵ [F/m]とする。また、 d は L 、 w と比べて十分に小さく、発生する電場（電界）は電極板I、IIと金属板IIIに垂直とみなす。このコンデンサーは図Bのように左半分をコンデンサー C_1 、金属板IIIの上側、下側をそれぞれ C_2 、 C_3 とした3個のコンデンサーからなると考えられる。

はじめ電極板I、IIと金属板IIIに電荷は蓄えられていない。このコンデンサーの電極板IIの電位を $0V$ 、電極板Iの電位を正の V [V]とした。



問1 コンデンサー C_1 の電極板I、II間の電場（電界） E [N/C]の大きさを L, w, d, ϵ, V の中から必要なものを用いて表せ。

問2 コンデンサー C_1 の電気容量 C_1 [F]を L, w, d, ϵ の中から必要なものを用いて表せ。

問3 金属板IIIの下面にあらわれる電気量 Q [C]を L, w, d, ϵ, V の中から必要なものを用いて表せ。

（問題は、次ページに続く。）

問4 コンデンサー C_1 の電気容量を C_1 として、 C_1 に蓄えられる静電エネルギー W_1 [J] を C_1, V を用いて答えよ。

問5 コンデンサー C_2 の電気容量を C_2 [F]，コンデンサー C_3 の電気容量を C_3 [F] として，コンデンサー C_2 と C_3 からなる直列コンデンサーの合成電気容量 C_{2+3} [F] を C_2, C_3 を用いて表せ。

問6 コンデンサー C_1 の電気容量 C_1 ，コンデンサー C_2 と C_3 の合成電気容量 C_{2+3} を用いて，コンデンサー全体の電気容量 C [F] を表せ。

4

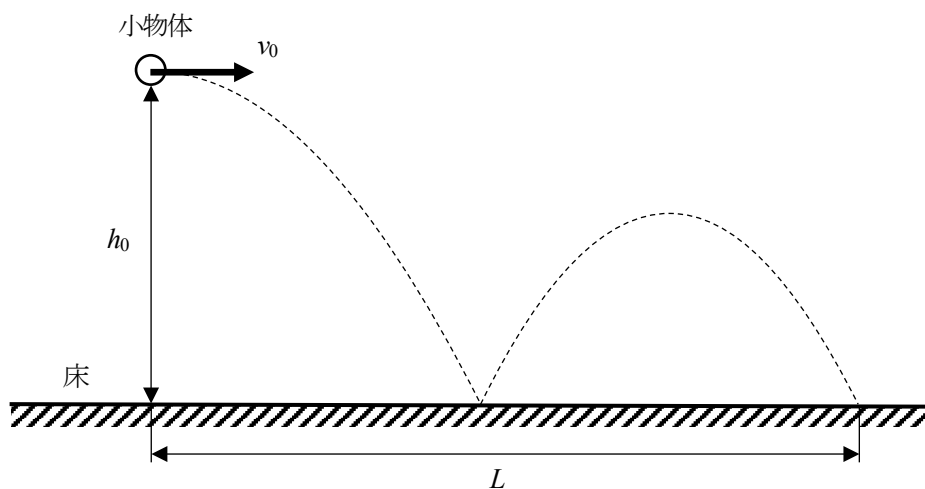
を選択した場合は、解答用紙の 4 の下のマーク欄に○を記入せよ。

4

次の文章を読み、問1～問5に答えよ。解答用紙には、答えのみを記入すること。

図のように、質量 m の小物体を、床からの高さ h_0 の位置から、速度の大きさ v_0 で水平方向に投げ出した。投げ出された小物体は、床と衝突し、はね返りながら移動した。床面は水平でなめらかであり、小物体と床との反発係数（はね返り係数）は e であった。重力加速度の大きさを g とし、小物体の大きさや空気抵抗は無視できるものとする。

- 問1 小物体を投げ出してから床に1回目の衝突をするまでの時間 t_0 はいくらか。
- 問2 床に1回目の衝突をする直前の小物体の速さ v_1 はいくらか。
- 問3 床に1回目の衝突をした後、次に小物体が到達する最高点の高さは h_0 の何倍か。
- 問4 床に1回目の衝突をしてから次に小物体が最高点に達するまでの時間は t_0 の何倍か。
- 問5 小物体を投げ出してから床に2回目の衝突をするまでに小物体が水平方向に進んだ距離 L を h_0 , v_0 , e , g を用いて表せ。



図

〔 5 を選択した場合は、解答用紙の 5 の下のマーク欄に○を記入せよ。 〕

5 問1と問2に答えよ。

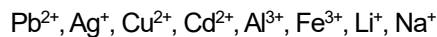
問1 次の(I)~(IV)が示す現象を化学反応式で表せ。なお、係数は最も簡単な整数比になるようにつけること。

- (I) 硫化鉄(II)に希硫酸を加えると、腐卵臭が発生する。
- (II) 赤褐色の二酸化窒素の気体を加圧してしばらくすると、赤褐色が薄くなる。
- (III) 金属ナトリウムを酸素中に置くと、その金属光沢が失われる。
- (IV) 塩化アンモニウムと水酸化カルシウムを混合して加熱すると、刺激臭が発生する。

問2 次の文章を読み、下線部①~③に記された沈殿をそれぞれ化学式で表せ。また、下線部④のろ液に含まれる金属イオンを記せ。

文章

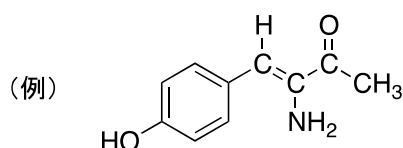
下に示す金属イオンのうち、4種類を含む水溶液について、次の操作を行なった。



この水溶液に希塩酸を加えると①白色沈殿を生じ、この懸濁液をろ過してろ紙上に残った白色固体に光を当てると黒色に変化した。一方、ろ液に硫化水素を通じると②黄色沈殿が生じた。再度ろ過を行なった後のろ液を煮沸し、硝酸を加えて熱した。この溶液を弱塩基性にする③白色沈殿が生成し、ろ過した後の④ろ液の炎色反応を見ると赤色であった。

〔 6 を選択した場合は、解答用紙の 6 の下のマーク欄に○を記入せよ。 〕

6 分子式 $C_4H_{10}O$ の化合物には、構造異性体が複数存在する。下記の問いそれぞれについて、この化合物の構造異性体で該当するものを全て答えよ。解答で構造式を示す場合は、例にならって記せ。なお、同じ化合物を重複して解答しても構わない。



- 問1 単にエーテルとも呼ばれ、エタノールの脱水縮合によって得られる化合物の構造式を記せ。
- 問2 枝分かれ構造をもち、ナトリウムと反応しない化合物の構造式を記せ。
- 問3 枝分かれ構造をもち、硫酸酸性水溶液中で $K_2Cr_2O_7$ と反応させるとカルボン酸になる化合物の構造式を記せ。
- 問4 ナトリウムと反応するが、硫酸酸性水溶液中で $K_2Cr_2O_7$ と反応しない化合物の構造式を記せ。
- 問5 ヨードホルム反応を示す化合物の構造式を記せ。
- 問6 不斉炭素をもつ化合物の構造式を記せ。
- 問7 分子内脱水反応によって同じ構造のアルケンをもつのみ生成する、2種類の化合物の構造式を記せ。
- 問8 問7で得られるアルケンの構造式を記せ。
- 問9 問1～7のいずれにも当てはまらない化合物の構造式を記せ。