

受験職種	研究職（化学）
------	---------

得点	※
----	---

地方独立行政法人大阪府立産業技術総合研究所
研究職（化学）専門試験

（注 意 事 項）

- 試験時間中は、すべて試験係員の指示に従ってください。お互いに話をしたり、席を立ったり、そのほか、人の迷惑になるようなことをしてはいけません。指示に従わない、また、試験中に I C レコーダーや携帯電話等を使用するなどの不正行為を行った場合は、失格として直ちに退室していただきます。
- 受験番号及び氏名は必ず記入してください。（※欄は記入しないでください。）
- 問題は「共通問題」と「選択問題」で構成されていて、試験時間は 2 時間 2 0 分です。
 - 「共通問題」（5 問）はすべて答えてください。
 - 「選択問題」は、4 問のうち 2 問だけを選択し、選択した問題については、各選択問題の右上にある選択欄に O 印を大きく記入してください。なお、3 問以上の選択問題の選択欄に O 印を入れた場合は失格となります。
- 棄権するとき、気分が悪くなったときを除き、途中退室はできません。棄権するときには、試験用紙を必ず試験係員に提出し、確認を受けてください。こちらから渡したものは、一切持って出てはいけません。
- 気分が悪くなった方は試験係員に申し出、指示に従ってください。

指示があるまで中をあけてはいけません

整理番号
※

選択問題
※

整理番号
※

選択問題
※

得点	※
----	---

受験職種
研究職（化学）

受験番号

氏名

【 余 白 】

化学問題用紙

[共通問題]

問題 1 20℃の常圧(大気圧)でドライアイス 0.5cm^3 が気化して二酸化炭素となった場合に占める体積(リットル)を有効数字 3 桁で求め、その計算過程と答えを解答欄に記入しなさい。ただし、ドライアイスの密度は 1.53g/cm^3 とする。

化学解答用紙

[共通問題] 問題 1 解答欄

(計算過程)

(答え)

リットル

化学問題用紙

[共通問題]

問題 2

[I] 以下の文章中の①から⑥の□にあてはまる適切な記号、式を解答欄に記入しなさい。ただし、プランク定数を h [J·s]、光速を c [m/s]、電気素量を e [C] とする。

X線は光より波長の短い電磁波であり、波動性と粒子性の二重性を持つ。粒子と考えたとき、波長 λ の X線の粒子(光子)のエネルギーと運動量はそれぞれ①および②と表される。

X線の粒子性はコンプトン効果に現れる。コンプトン効果では X線を光子と考え、静止している自由電子と光子との衝突のモデルから X線の波長変化が説明される。図1のように、衝突前の光子の波長を λ 、衝突後の波長を λ' とする。衝突後、光子は入射方向に対し角度 ϕ の方向に散乱され、質量 m の電子は角度 α の方向に速さ v ではね飛ばされる。この衝突の前後におけるエネルギー保存則を式で表すと、

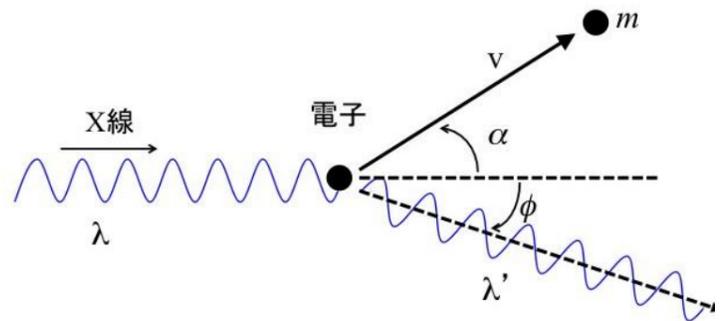


図 1

$$\frac{\text{③}}{\lambda} = \frac{\text{③}}{\lambda'} + \frac{1}{2}mv^2$$

と書くことができる。また、衝突の前後における運動量保存則を、入射方向とそれに垂直な方向の成分に分けて書くと、

$$\text{入射方向成分: } \frac{\text{④}}{\lambda} = \frac{\text{⑤}}{\lambda'} + mv\cos\alpha$$

$$\text{垂直方向成分: } 0 = -\frac{\text{⑥}}{\lambda'} + mv\sin\alpha$$

となる。これらの式から衝突による X線の波長変化 $\Delta\lambda$ は、 $\Delta\lambda \ll \lambda, \lambda'$ と近似して

$$\Delta\lambda = \lambda' - \lambda \cong \frac{h}{mc}(1 - \cos\phi) = \lambda_c(1 - \cos\phi)$$

と表される。ここで、 λ_c は電子のコンプトン波長で、 $\lambda_c = 2.43 \times 10^{-12}$ m とする。

[II] 以下の文章を読んで、⑦、⑧に答えなさい。解答は解答欄の⑦、⑧に記入しなさい。

コンプトン効果は、図2に示すように単色 X線を石墨に入射させ、X線分光器を用いて散乱 X線のスペクトルを測定することで確認される。X線分光器では、X線をスリットを通して結晶表面に入射させ、反射した X線の強度を検出器で測定する。このとき、結晶を X線の入射方向に対して回転角 θ だけ回転すると、結晶の回転に連動して散乱角 2θ の方向に検出器が移動するように設定されている。この設定により回転角を変えていくことで、さまざまな波長の X線に対し結晶表面に平行な格子面によるブラッグ反射が起こる。その反射強度を測定することで、入射 X線のスペクトルを得ることができる。図2に示すように、この測定により、石墨からの散乱 X線の中に入射 X線と同じ波長の X線の他に、コンプトン効果によりわずかに波長の異なる X線が含まれているのが観測される。

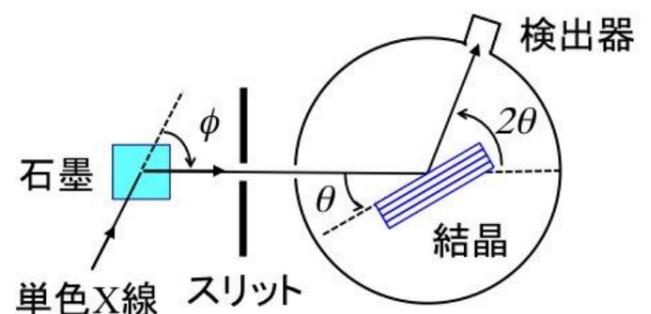


図 2

⑦ 波長 λ の単色 X線を X線分光器に入射させ、結晶を 0 rad から徐々に回転していくと、ある角度 θ のところで最初の散乱強度のピークが現れる。表面に平行な格子面の面間隔を d とし、 λ, θ, d の間の関係を式で表しなさい。

⑧ 入射 X線の中に λ よりわずかに長い波長 $\lambda + \Delta\lambda$ の X線が含まれている場合、この波長の X線が検出器で検出されるとき結晶の回転角を $\theta + \Delta\theta$ とする。 $\Delta\theta$ が、 θ や 1 に比べ十分に小さいとして、 $\theta, d, \Delta\lambda$ を用いて $\Delta\theta$ を表す近似式を求めなさい。ただし、 x が小さいとき $\sin x \cong x, \cos x \cong 1$ と近似できるものとする。

化学解答用紙

[共通問題] 問題 2 解答欄

①	
②	
③	
④	
⑤	
⑥	
⑦	
⑧	

化学問題用紙

[共通問題]

問題 3 次の(1)から(5)のポリマーの化学構造式(繰り返し構造単位)を解答欄に記入しなさい。また、重合度 100 の各ポリマーの分子量を求め、解答欄に記入しなさい。ただし、末端基は計算に入れなくても良い。

- (1) ポリプロピレン
- (2) ポリメタクリル酸メチル
- (3) ポリビニルアルコール
- (4) ポリエチレンテレフタレート
- (5) ポリスチレン

化学解答用紙

[共通問題] 問題 3 解答欄

	化学構造式	重合度 100 の分子量
(1)		
(2)		
(3)		
(4)		
(5)		

化学問題用紙

[共通問題]

問題 4 次の問い(1)から(3)について、それぞれの答えを解答欄に記入しなさい。

(1) 不要になった金属ナトリウムの実験室での処理方法について、注意点を含めて 120 字程度で解答欄に記入しなさい。

(2) 液体窒素の性質、取り扱いの際の注意点を 150 字程度で解答欄に記入しなさい。

(3) イオン液体の性質について、120 字程度で解答欄に記入しなさい。

化学解答用紙

[共通問題] 問題 4 解答欄

(1)

(120 字程度で記入)

(2)

(150 字程度で記入)

(3)

(120 字程度で記入)

化学問題用紙

[共通問題]

問題5 次の文を読み、問い(1)から(6)の答えを解答欄に記入しなさい。

電気ヒーターに電流を流したとき発生するジュール熱を水熱量計で測定し、水の比熱を求める実験を行った。水熱量計は図1のような断熱材で囲まれ、銅製容器とかくはん棒、電気ヒーター、温度計が入っており、電流計、電圧計、電源装置、スイッチを準備した。

実験1: 最初、適量の水を水熱量計に入れて、その水の質量 M_1 [g]と温度 T_1 [°C]を測る。次に、温度 T_2 [°C]の温水 M_2 [g]を水熱量計に加えて、かくはん棒で手早く混合後、水の温度 T [°C]を測る。

実験2: 水熱量計に水 M_3 [g]を入れて、電気ヒーターをこの水に浸して、回路のスイッチを閉じると同時に、かくはん棒でゆっくりとかきまぜながら、ストップウォッチで時間を読み始める。水熱量計からの熱の出入りができるだけ無いように注意して、30秒後に水温と、電気ヒーターにかかる電圧と流れている電流を読み取って、記録し、グラフに表した。このとき、室温は 18.0°C であり、最初と最後の水温の中央の値が室温にほぼ等しくなるように測定した。

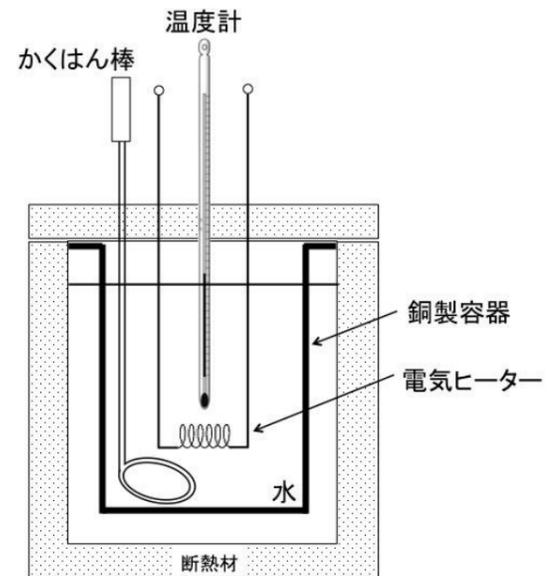


図1

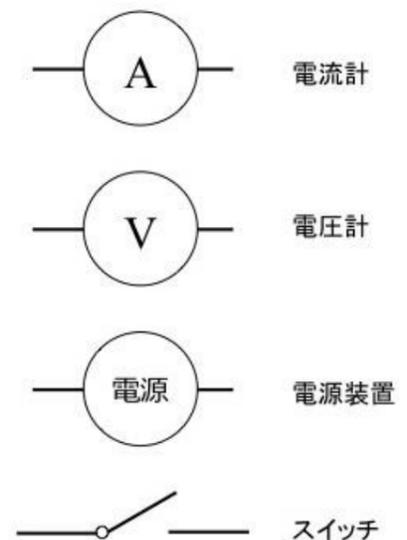


図2

- (1) 実験1において、 $M_1=150\text{g}$ 、 $T_1=13.0^\circ\text{C}$ 、 $M_2=100\text{g}$ 、 $T_2=28.0^\circ\text{C}$ であり、 $T=18.0^\circ\text{C}$ であった。水熱量計の熱容量 C [J/K]を、水の比熱 H [J/(g·K)]を用いて表しなさい。
- (2) 実験2において、電流計、電圧計、電源装置、スイッチを水熱量計に接続する回路図を描きなさい。その際、図2に示す電気記号を用いなさい。
- (3) 実験2において、測定時間270秒内の、電圧と電流の測定値の平均は $V=14.1\text{V}$ 、 $I=1.50\text{A}$ であった。測定時間内に電気ヒーターで発生したジュール熱 Q [J]を、有効数字3桁で求めなさい。
- (4) 実験2において、時間と水温の測定結果を図3に示す。 $M_3=300\text{g}$ のとき、水と容器が得た熱量 q [J]を、水の比熱 H 、水熱量計の熱容量 C を用いて表しなさい。
- (5) 実験1と実験2の結果より、水の比熱 H を、有効数字2桁で求めなさい。
- (6) 実験2で、「最初と最後の水温の中央の値が室温にほぼ等しくなるように測定した。」とあるが、その理由を50字程度で説明しなさい。

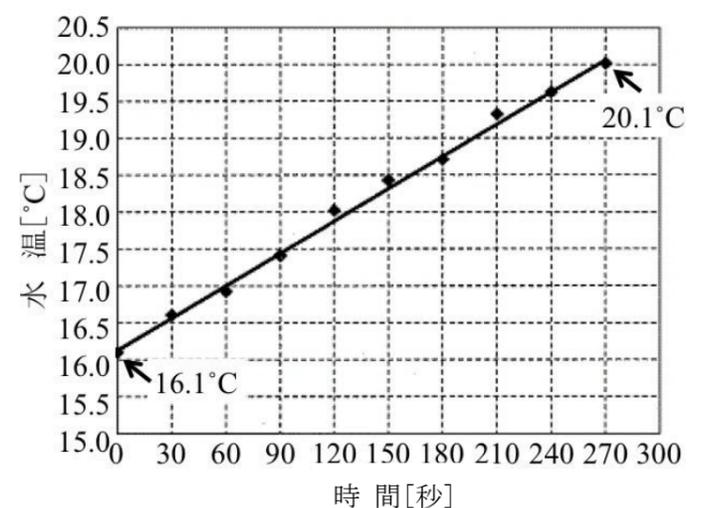
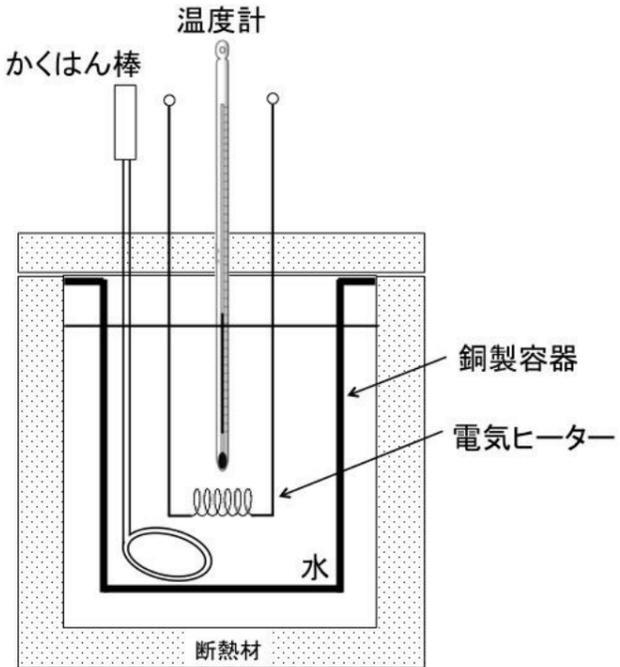


図3

(1)	
(2)	
(3)	
(4)	
(5)	
(6)	<p>(50 字程度で記入)</p> <hr/> <hr/>

以下、選択問題

選択問題は、問題AからDの4問より2問を選択して解答すること。選択した問題については、各選択問題の「選択欄」に○印を記入すること。選択欄に○印が記入されていない場合は、解答欄に解答が記入されていても採点しません。なお、3問以上の選択問題の選択欄に○印を入れた場合は、失格となります。

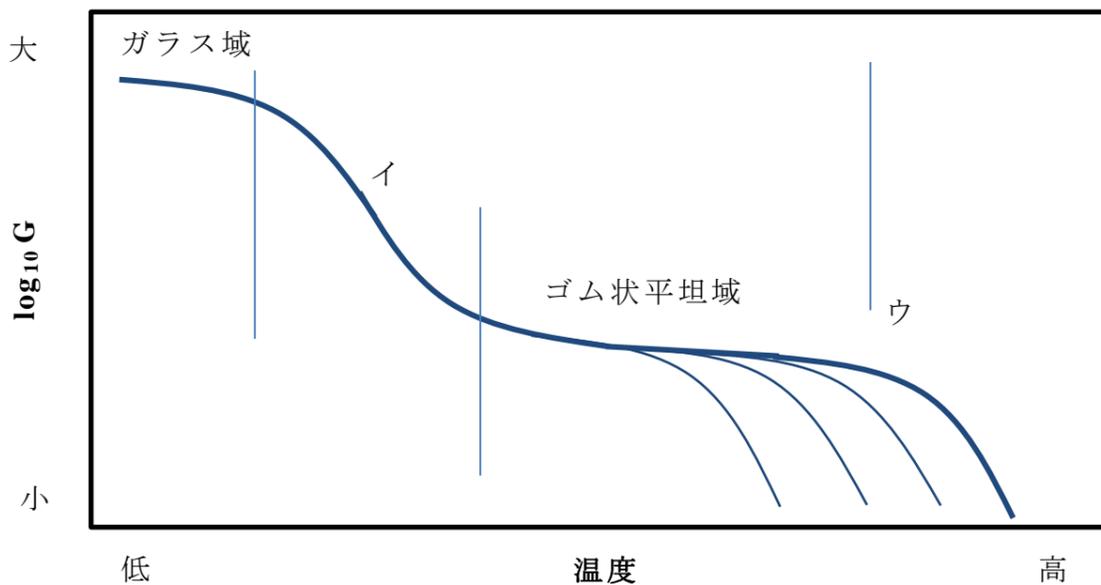
[選択問題]

問題A
選択欄

問題A 無定形高分子のガラス状態からゴム状態、流動にわたる力学的特徴について記述した次の文章を読み、次の問い(1)から(3)の答えを解答欄に記入しなさい。

典型的な無定形高分子における弾性率Gの温度変化を下図に示した。温度を低い領域から徐々に上げていくと、弾性率は(ア) Pa程度のガラス状から $10^6 \sim 10^4$ Pa程度まで低下する。この転移域の midpointの温度は(イ)と呼ばれ、緩和現象による転移である。さらに、温度を上げると、ゴム状平坦域を経て、(ウ)となり、弾性率がさらに低下して、粘性液体に近づく。これらの転移領域における弾性率の急激な低下は、ガラス域における(エ)の解放から、高分子の絡み合いによる弾性の発現、さらに絡み合いのほぐれによる流動(オ)が起こることによる。

ゴム状平坦域の弾性率は、絡み合いによる(カ)が、一定分子量以上であれば、高分子末端の影響をほとんど受けなため、分子量に(キ)。一方(ウ)は、高分子鎖がほどけていく速さと関係しているため、分子量に(ク)。



(1) (ア) ~ (ク) に当てはまる数値または言葉を下の①から⑭の中から選び、解答欄に記入しなさい。

- ①融点、 ②凝固点、 ③ガラス転移点、 ④マクロブラウン運動、 ⑤ミクロブラウン運動、
- ⑥強く依存する、 ⑦依存しない、 ⑧動的加硫、 ⑨疑似網目、 ⑩流動域、
- ⑪燃焼温度、 ⑫ 10^0 、 ⑬ 10^9 、 ⑭ 10^{13}

(2) 図中のイが室温以下で、ゴム状平坦域が室温付近にある物質を下の⑮から⑲の中から選び、解答欄に記入しなさい。

(3) 図中のイが 150°C 以上で、ウが 280°C を超える物質を下の⑮から⑲の中から選び、解答欄に記入しなさい。

- ⑮ポリメタクリル酸メチル、 ⑯ポリカーボネート、 ⑰ポリブタジエン、 ⑱ポリスチレン、
- ⑲ポリカプロラクトン

化学解答用紙

[選択問題] 問題A 解答欄

(1)

ア	イ	ウ	エ
オ	カ	キ	ク

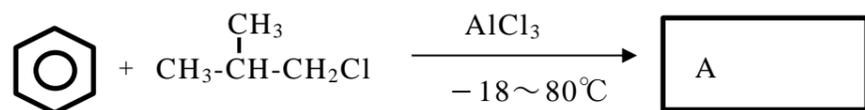
(2)

(3)

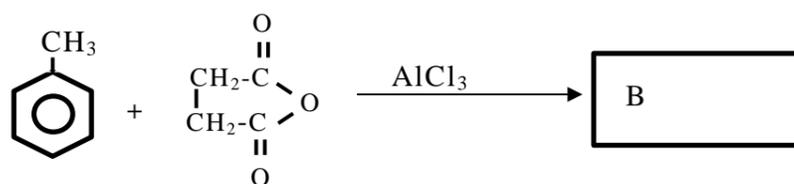
[選択問題]

問題 B 次の (1) から (10) の合成経路で示された反応物または生成物 A から J の化学構造式を解答欄に記入しなさい。

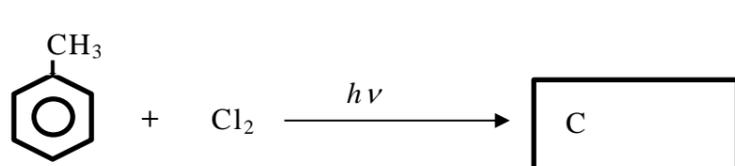
(1)



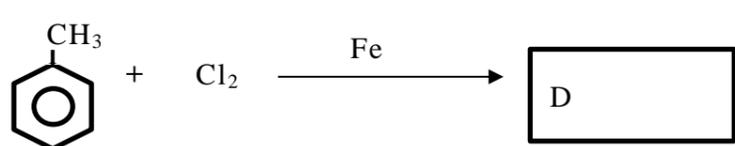
(2)



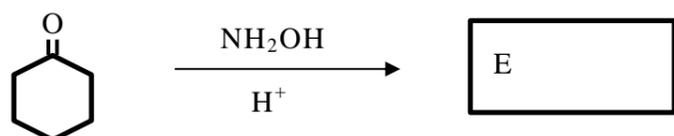
(3)



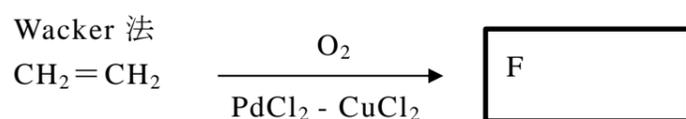
(4)



(5)



(6)



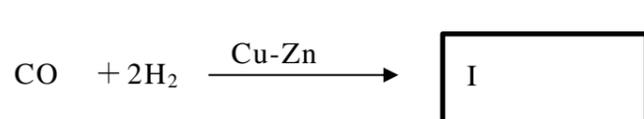
(7) Friedel-Crafts 反応



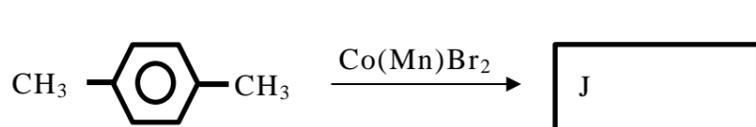
(8)



(9)



(10)



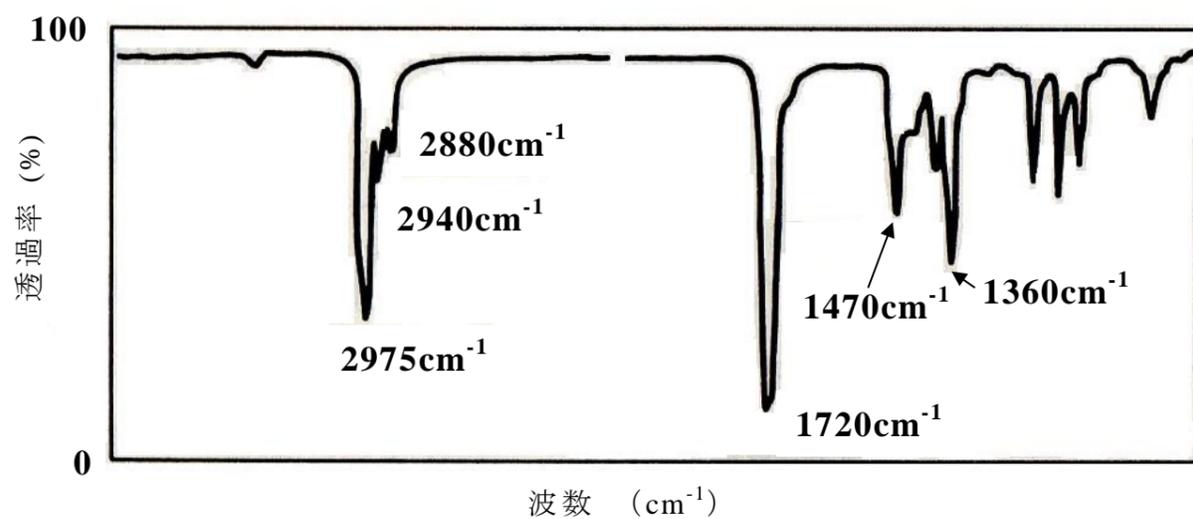
化学解答用紙

[選択問題] 問題B解答欄

A		F	
B		G	
C		H	
D		I	
E		J	

問題 C
選択欄

問題 C 化合物 A の分子式は、 $C_5H_{10}O$ であり、ヘプタン溶液の紫外吸収スペクトルでは、 $\lambda_{max} = 284nm$ ($\epsilon_{max}=13$) に吸収帯を示す。また、赤外吸収スペクトルでは下図のようなスペクトルが得られた。化合物 A は酸化されにくく、還元されると $C_5H_{12}O$ を生じ、光学異性体に分割することができる。化合物 A の化学構造を推定して解答欄に記入しなさい。なお、推定した理由を 150 字程度で説明しなさい。



化学解答用紙

[選択問題] 問題 C 解答欄

化学構造式

理由 (150 字程度で記入)

化学問題用紙

[選択問題]

問題 D
選択欄

問題 D 図1のように、面積 $S[\text{m}^2]$ の薄い正方形の極板AとBを距離 $d[\text{m}]$ だけ隔てて真空中に平行に配置し、スイッチ Sw および起電力 $V[\text{V}]$ の電池と導線で接続した。極板Bは接地されている。最初、スイッチ Sw は開いており、極板AとBに蓄えられている電気量(電荷)はゼロであった。真空の誘電率を $\epsilon_0 [\text{F/m}]$ で表し、極板間に生じる電界(電場)は一様であるとして、以下の文章の□に適切なものを下記の【選択肢】①から⑮の中から選んで解答欄に記入しなさい。なお、同じ選択肢を選んでも良い。

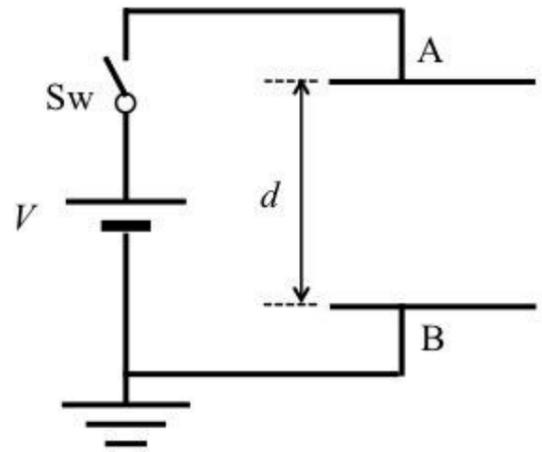


図 1

[I] スイッチ Sw を閉じて十分な時間が経過したとき、極板 A、B 間にできる電界の大きさは、 V と d を用いて □(1) $[\text{V/m}]$ と表すことができる。一方、極板 A に蓄えられた電気量を $Q [\text{C}]$ とすると、極板 A、B 間の電界の大きさは、 Q 、 ϵ_0 、 S を用いて □(2) $[\text{V/m}]$ と表せる。したがって、極

板 A、B の電気容量 $C = \frac{Q}{V}$ は、 ϵ_0 、 S 、 d を用いて □(3) $[\text{F}]$ と表せる。また、極板 A、B 間に蓄えられた静電エネルギーは、 Q と C を用いて □(4) $[\text{J}]$ となる。

[II] 次に、極板 A、B と同じ面積 S 、厚さは $\frac{d}{4}$ の正方形の金属

板 M を用意した。この金属板 M には、[I] で極板 A に蓄えられた電気量の 2 倍の電気量 $2Q$ が蓄えられている。図 2 に示すように、スイッチを閉じたままの状態を極板 A、B 間の電圧を V に保ち、この金属板 M を極板 A、B 間に平行にゆっくり挿入した。ここで、極板 A、B と金属板 M は、極板に垂直な方向からみて正確に重なっているものとする。十分な時間が経過した後、極板 A と B に蓄えられた電気量をそれぞれ $Q_A[\text{C}]$ と $-Q_B[\text{C}]$ とする(ここで Q_A と Q_B は正)。回路が接地されているため $Q_A - Q_B + 2Q = 0$ であることに注意すると、 $Q_A = \square(5) [\text{C}]$ 、 $Q_B = \square(6) [\text{C}]$ となる。また、

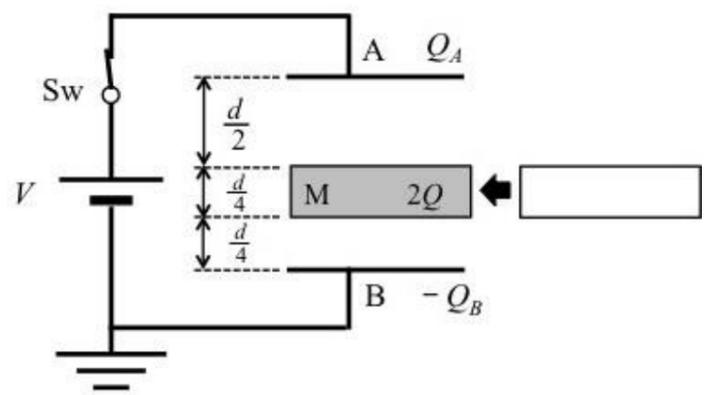


図 2

極板 A と金属板 M の間に生じた電界の大きさは、□(7) $[\text{V/m}]$ であり、金属板 M を含む極板 A、B 間に蓄えられた静電エネルギーは、□(8) $[\text{J}]$ となる。その後、スイッチ Sw を開いて、金属板 M を極板 A に向かってゆっくりと距離 $\frac{d}{4}$ だけ平行移動させた。この平行移動に要した仕事は、□(9) $[\text{J}]$ となる。このとき極板 A と金属板 M の間に

生じた電界の大きさは、□(10) $[\text{V/m}]$ である。

【選択肢】

- ① $\frac{Q^2}{2C}$ 、 ② $\frac{2}{3}Q$ 、 ③ $\frac{Q^2}{C}$ 、 ④ $\frac{5V}{2}$ 、 ⑤ $\frac{8}{3}Q$ 、 ⑥ $\frac{Q}{\epsilon_0 S}$ 、 ⑦ $\frac{2Q}{\epsilon_0 S}$ 、 ⑧ $\frac{\epsilon_0 S}{d}$ 、 ⑨ $\frac{2\epsilon_0 S}{d}$ 、
 ⑩ $\frac{5Q^2}{6C}$ 、 ⑪ $\frac{V}{d}$ 、 ⑫ $\frac{2V}{d}$ 、 ⑬ $\frac{2Q}{3Cd}$ 、 ⑭ $\frac{3V}{2}$ 、 ⑮ $\frac{4Q}{3Cd}$

化学解答用紙

[選択問題] 問題D解答欄

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
(6)	(7)	(8)	(9)	(10)