

2

(平成 24 年度)

第 2 類 総合問題 (筆記)

90 分 問題 4 ページ
答案 3 ページ

問題 1

家庭で使用する電気は発電所で作られ、送電線や変電所等を経由して家庭に送られている。また、最近では電気の使用量の少ない時間帯に発電された電力を貯蔵することも行われている。発電所から家庭のコンセントまでの間には、電気の貯蔵施設も含めていろいろな金属材料・有機材料・無機材料が使われている。3種類の材料について、使われている例をそれぞれ2つずつあげて、それが使われている理由を、その物質(材料)の特性を踏まえて説明せよ。

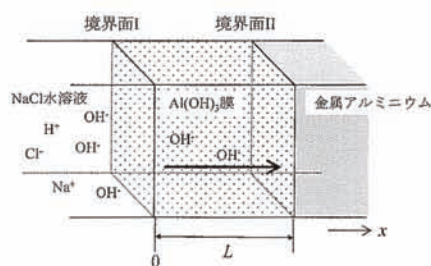
問題 2

空気・アルミニウム電池に関する以下の間に答えよ。

問 i この電池は正極に触媒である活性炭、負極に金属アルミニウム、電解液として NaCl 水溶液が使われる。放電中は、正極で大気中の O_2 から OH^- が生成し、負極で $Al(OH)_3$ が生成している。NaCl は反応に関わらないとして、この正極と負極で起きている反応を電子 e^- を用いてそれぞれ化学式で表せ。

問 ii 下の囲みの文章を読み、問 A～C に答えよ。なお、途中の計算を省略せずに記述すること。

負極では初め金属アルミニウムと NaCl 水溶液が接しており、放電が始まった瞬間を $t=0$ とする。右の図は放電が始まってから一定の時間 t [s] が経過した時の負極付近の模式図である。



放電中の空気・アルミニウム電池の負極付近 (模式図)

- 1 -

放電中は $Al(OH)_3$ が以下の(1)～(3)の過程を経て生成している。

- (1) NaCl 水溶液と $Al(OH)_3$ 膜は境界面 I で接している。水溶液中の OH^- は、境界面 I に到達するとすぐに $Al(OH)_3$ 膜中に拡散する。
- (2) 生成した $Al(OH)_3$ 膜は、水に不溶で、 OH^- だけを通す。
- (3) OH^- が $Al(OH)_3$ 膜と金属アルミニウムとの境界面 II に到達するとすぐに反応し、金属アルミニウムが消費されながら $Al(OH)_3$ 膜が生成する。

ここで、境界面 I の位置を原点として $Al(OH)_3$ 膜が生成する方向に x 軸をとり、 $Al(OH)_3$ 膜の厚さを L [m] とする。 $Al(OH)_3$ 膜中で拡散する OH^- が x 軸に対し垂直な面を単位時間・単位面積当たりに通過する量 J [$mol/(m^2 \cdot s)$] は、 $Al(OH)_3$ 膜中における OH^- のモル濃度 c [mol/m^3] を用いて

$$J = -k \frac{dc}{dx}$$

と表される。ここで、 k [m^2/s] は正の定数である。また、ある時刻における J の大きさは、生成した $Al(OH)_3$ 膜のどの場所でも一定であり、 $Al(OH)_3$ 膜が x 軸方向に生成する速度 dL/dt は J に比例するものとする。

- A 時刻 t における境界面 I および境界面 II の OH^- の濃度をそれぞれ c_I 、 c_{II} とするとき、 OH^- のモル濃度 c は $Al(OH)_3$ 膜中の x 軸に対しどのように変化するか図示せよ。なお $c_I > c_{II}$ である。
- B $Al(OH)_3$ 膜が生成する速度 dL/dt を、 J 、 V を用いて表せ。ただし、1 mol の $Al(OH)_3$ 膜の体積を V [m^3/mol] とする。
- C 時刻 t における $Al(OH)_3$ 膜の厚さ L を、 k 、 V 、 c_I 、 c_{II} 、 t を用いて表せ。ただし、時刻 $t=0$ のときの $Al(OH)_3$ 膜の厚さは $L=0$ であるとし、 $Al(OH)_3$ 膜の生成過程で c_I 、 c_{II} は変化しないものとする。

2

問題3

東日本大震災における東京電力福島第一原子力発電所の事故に伴い、我が国のエネルギー政策が見直されようとしている。下の囲みの文章（平成22年6月18日に閣議決定された「エネルギー基本計画」からの抜粋）および表1と表2を参考に、今後の我が国の電力供給エネルギー源はいかにあるべきか、あなたの考えを200字以上800字以下で述べなさい（なお、採点は論理性について行う）。

原子力発電の推進（目指すべき姿）

原子力は供給安定性と経済性に優れた準国産エネルギーであり、また、発電過程においてCO₂を排出しない低炭素電源である。このため、供給安定性、環境適合性、経済効率性の3E^{3E}を同時に満たす中長期的な基幹エネルギーとして、安全の確保を大前提に、国民の理解・信頼を得つつ、需要動向を踏まえた新增設の推進・設備利用率の向上などにより、原子力発電を積極的に推進する。また、使用済燃料を再処理し、回収されるプルトニウム・ウラン等を有効利用する核燃料サイクルは、原子力発電の優位性をさらに高めるものであり、「中長期的にブレない」確固たる国家戦略として、引き続き、着実に推進する。その際、「まずは国が第一歩を踏み出す」姿勢で、関係機関との協力・連携の下に、国が前面に立って取り組む。具体的には、今後の原子力発電の推進に向け、各事業者から届出がある電力供給計画を踏まえつつ、国と事業者等とが連携してその取組を進め、下記の目標の実現を目指す。

まず、2020年までに、9基の原子力発電所の新增設を行うとともに、設備利用率約85%を目指す（現状：54基稼働、設備利用率：（2008年度）約60%、（1998年度）約84%）。さらに、2030年までに、少なくとも14基以上の原子力発電所の新增設を行うとともに、設備利用率約90%を目指していく。これらの実現により、水力等に加え、原子力を含むゼロ・エミッション電源比率を、2020年までに50%以上、2030年までに約70%とすることを旨とする。

他方、世界各国が原子力発電の拡大を図る中、原子力の平和利用を進めてきた我が国が、原子力産業の国際展開を進めていくことは、我が国の経済成長のみならず、世界のエネルギー安定供給や地球温暖化問題、さらには原子力の平和利用の健全な発展にも貢献する。また、我が国の原子力産業の技術・人材など原子力発電基盤を維持・強化するとともに、諸外国との共通基盤を構築するとの観点からも重要である。こうした認識の下、ウラン燃料の安定供給を確保するとともに、核不拡散、原子力安全、核セキュリティを確保しつつ、我が国の原子力産業の国際展開を積極的に進める。

なお、我が国は、今後も、非核三原則を堅持しつつ、原子力基本法に則り、原子力の研究、開発及び利用を厳に平和の目的に限って推進する。

（エネルギー基本計画 平成22年6月 p.27）

^{3E}：エネルギーの安定供給の確保（Energy security）、環境への適合（Environment）、経済効率性（Economic efficiency）

表1 発電量（発電出力*に稼働時間をかけたもの）実績とCO₂排出量

種類	2009年 比率 (年間発電量 9565 億 kWh)	1 kWh 当たり CO ₂ 排出量 [g] (設備・運用を含む)
火力(液化天然ガス)	29%	599
火力(石炭)	25%	943
火力(石油)	7%	738
原子力	29%	20
水力	8%	11 (1 から 10 万 kW 以下の中小の発電所)
地熱・新エネルギー	1%	太陽光 38 風力 25 地熱 13

(原子力・エネルギー図面集 2011 (電気事業連合会))

*発電出力：発電機の能力。なお、常時稼働可能な装置と、稼働率が自然の影響や修理の影響を受けるものがあり、発電出力に稼働時間をかけたものが発電量となる。

表2 発電所の発電出力と敷地面積の例

発電所	エネルギー源	発電出力	発電設備数	敷地面積など
火力発電所 A	石炭	100 万 kW	1 基	約 70 万 m ²
火力発電所 B	液化天然ガス	200 万 kW	2 基	約 50 万 m ²
火力発電所 C	重油・原油	210 万 kW	4 基	約 30 万 m ²
原子力発電所 A	原子力	820 万 kW	7 基	約 420 万 m ² (廃棄物の処分施設面積は含まない)
水力発電所 A	水力	2 万 kW	2 基	水路式発電所**、ゴム製堰 (高さ 6 m×長さ 43.1 m) と導水路 (トンネル：長さ約 8 km、径約 2 m)
地熱発電所 A	地熱	11 万 kW	2 基	約 195 万 m ²
太陽光発電所 A	太陽光	1.3 万 kW	パネル 64000 枚	約 23 万 m ²
風力発電所 A	風力	6.6 万 kW	33 基	約 2300 万 m ²

**水路式発電所：発電所より上流に堰を設け、水を取り入れ、水路により発電所まで水を導き、その落差を利用して発電する方式。

- 3 -

面接

準備室で簡単な実験に基づいて発表資料を作成し、面接室で口頭発表及び質疑応答を行う。

試験内容

ゴム製シートを伸ばしたり縮めたりしたとき、シートの温度がどのように変化するかを実際に温度計で測定して調べさせ、また、その温度変化が生じた理由を問う。

3

(平成 24 年度)

第 3 類 総合問題 (筆記)

90 分 問題 5 ページ
答案 4 ページ

問題 1 以下の文章を読み、下記の問に答えよ。

人間は必ずミスをする。このため、危険を伴う実験に際しては、人間はミスを犯すことがあるという前提に立ち、そのうえで重大な事故を起こさないように計画・実施することが重要である。これに関連して、「フールプルーフ (fool proof)」および「フェールセーフ (fail safe)」という 2 つの考え方がある。フールプルーフとは、人間が誤りや誤操作ができないしくみを作業・環境の中にあらかじめ組み込んでおくという考え方である。一方フェールセーフとは、人間が誤りや誤操作をしてしまっても、それによって起こるできごとが重大なものにならないしくみを作っておくという考え方である。

ある高校では、化学の授業の中で、水酸化ナトリウム水溶液を用いた中和滴定によって希硫酸 25.0ml の濃度を求める実験を実施している。生徒であるあなたは、化学担当の教員から、上記の考え方に基づきこの実験を安全なものにするために意見を述べるように指示されたとする。

(1) 写真(a)と(b)は、水酸化ナトリウム水溶液を希硫酸に滴下している様子を示している。教員は、これらの写真をあなたに示しながら、どのような危険なできごとが起こると想定できるかたずねてきたとする。1 つの例としては、写真(a)と(b)の状況に共通して、「誤って急速に滴下することで、コンカルビーカーから液体が飛び出てくる」という危険なできごとが起こり得ると想定できる。ここで、写真(a)の状況では起こらないが、写真(b)の状況では起こり得る危険なできごとに着目する。このようなできごとの中で、特に危険だと考えるものを 1 つ取り上げ、そのできごとが起こる理由とともに 150 字程度で説明せよ。



写真(a)



写真(b)

(2) (1)の写真(b)に示した状況において、「誤って急速に滴下することで、コンカルビーカーから液体が飛び出てくる」というできごとに着目し、これを防ぐための方策を教員に提案することを考える。フールプルーフとフェールセーフの考え方に従い、危険を除去するための具体的な方法を 1 つずつ考え、理由とともにそれぞれ 70 字程度で述べよ。なお、使用する器具を変更したり、追加して

も構わない。

(3) 化学の授業で行う実験の中で、生徒 A のミスにより生徒 B が軽度の怪我(軽いやけどなど)を負う事故が発生した場合を想定する。現在教員は、生徒 A に対して叱責および懲罰のための反省文の作成等を含む強い態度で臨む方針をとっているとする。この方針により、この高校における化学実験の安全な運営に与える悪影響としてどのようなものがあるか。1 つ挙げ、200 字以内で述べよ。さらに、その悪影響を除去するためには、現在の方針をどのように変えればよいか考察し、その内容を 200 字以内で記述せよ。

3

問題2 以下の文章を読み、下記の問に答えよ。

不均一触媒反応を行うために、図1左のように、固体粒子状の触媒を管型反応器内部に充填する。触媒を充填したあとに、シリンジを用いて管の端より溶液を注入し、もう一端より流し出す操作を考える。注入溶液中の反応物質が触媒粒子表面上に吸着することで目的反応が進行すると仮定した場合、より多くの生成物を効率的に得るためには、触媒自体の性能の検討のほか、溶液と触媒粒子表面の接触面積を大きくするような粒子の充填構造を検討する必要がある。ここでは、球形の触媒粒子の規則的な充填構造として、図1中(a)と(b)の二つの構造を考えてみる。充填構造(a)と(b)はそれぞれ、同じ大きさの球形粒子を【補足説明①】の手順で積み重ねることで作ることができる。

(1) 長さ L 、断面積 A の管型反応器内に充填された粒子と粒子の間が、体積 V ($V=L \times A -$ [全粒子の合計体積]) の溶液で満たされており、体積 V の溶液が触媒粒子表面に接触している面積を S とする。より多くの生成物を効率的に得るためには、 S/V の値が大きいかほうがよいと考える。 S/V の値が大きいのは、(a) と (b) のどちらの充填構造か、理由を付して説明せよ。ただし、充填される触媒粒子の大きさは反応器より十分小さく、すべて同じ大きさであるとする。

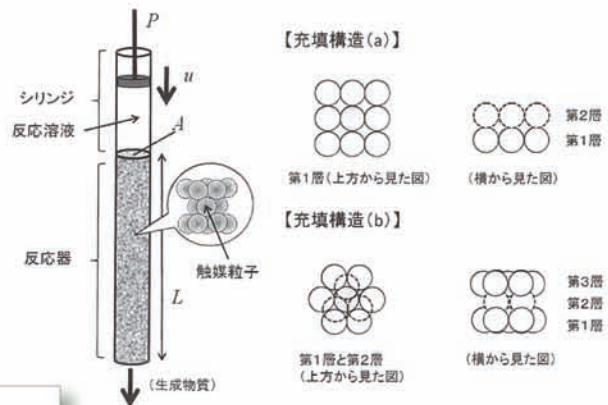


図1

(2) 次に、シリンジをある一定の速さ u でゆっくりと押し続けて反応溶液を連続的に流すために必要な圧力 P について考える。【補足説明②】のように、所要の圧力 P を反応器内に充填された全粒子が受ける抵抗力に基づいて推算すると、圧力 P は充填率によって変化することが知られている。シリンジ内の溶液を動かすために必要な圧力を無視とした場合、所要の圧力 P が小さいのは、(a) と (b) のどちらの充填構造か、補足説明②の文中の語句や記号を用いて説明せよ。ただし、触媒粒子の大きさはすべて同じ大きさであり、反応器の長さ L と断面積 A は一定とする。

【補足説明①】

■充填構造 (a)

- ①同一平面上の各粒子が4個の粒子と接するように並べる。(第1層)
- ②第1層の各粒子の真上に粒子(図中破線部分)を積み上げ、第2層を形成させる。
- ③第2層同様の構造を繰り返すように粒子を積み上げる。

■充填構造 (b)

- ①同一平面上の各粒子が6個の粒子と接するように並べる。(第1層)
- ②第1層の3つの粒子のすきまにできる凹みに粒子(図中破線部分)を積み上げ、第2層を形成させる。
- ③第1層の粒子の真上に粒子を積み上げ、第3層を形成させる。(第1層と第3層の粒子の並び方は全く同じとなる。)
- ④第1層と第2層の構造が繰り返されるように粒子を積み上げる。

【補足説明②】

長さ L 、断面積 A の管に、半径 r の球形粒子を充填率 x で充填した反応器を用いる。(充填率とは、反応器全体の体積 ($L \times A$) に対する、反応器内の粒子すべてが占める体積の割合を表す値である。) シリンジをある一定の速さ u でゆっくりと押し続けるために必要な圧力 P と管型反応器の断面積 A の積は、反応器内に充填された粒子が受ける抵抗力の総和と等しいと考える。

反応器内に充填された粒子が受ける抵抗力の総和は、粒子の総数 N と各粒子が受ける抵抗力 R の積である。ここで、粒子と粒子の間を溶液がゆっくりと流れている場合、抵抗力 R は次式で表すことができる。

$$R = \left(u \cdot 2\pi r \cdot \frac{x}{(1-x)^3} \right) \times (\text{定数})$$

3

面接

一般問題

“交通渋滞”を例にとり、その原因、問題点、解決方法を問う（枠にとらわれない柔軟な発想力や表現能力に加え、受験生独自の意見についても評価）

専門問題

物理、化学、数学より基本的な課題を各1問、合計3問で、基礎的学力や論理的思考を問う（解答までの途中経過や導き出された解答を中心に面接）

問題3 以下の文章を読み、下記の問に答えよ。

太陽光など自然エネルギーの有効活用が近年強く求められている。太陽光発電による自然エネルギー利用を考える場合、砂漠など太陽エネルギー資源の多い場所で得た電力を遠方のエネルギー消費地に輸送するためには、これを運搬可能な形に変換する必要がある。例えば、水の電気分解で水素を製造し、これを貯蔵、輸送するという方法が考えられる。さらに、このようにして製造した水素と空気中の窒素からアンモニアを合成し、これを水素輸送媒体に用いるという考えもある。この水素あるいはアンモニアを、エネルギー消費地において燃料電池などを用いて再度エネルギーへと変換してやればよい。エネルギー運搬媒体としてのアンモニアに関するつぎの問に答えよ。必要であれば、以下の熱力学的データを用いよ。

アンモニアの生成熱： 46 kJ mol^{-1} 、水の生成熱： 286 kJ mol^{-1}

- (1) 現行のアンモニアの工業的な製造法について、反応を有利に進行させる条件を含めて120字程度で述べよ。
- (2) アンモニアの燃焼反応について、以下の問に答えよ。
 - (a) 燃焼生成物に着目したとき、最も望ましいと考える反応の熱化学方程式を示し、そのように考えた理由を30字程度で述べよ。
 - (b) (a)以外に考えられる燃焼反応と、その反応が進行する際にどのような問題が考えられるかについて60字程度で述べよ。
- (3) アンモニアを水素輸送媒体とする利点および問題点を、水素を用いる場合と比較しながら100字程度で述べよ。

問題 1

高等学校で学ぶ物理学では、ばねに加えた力 F とばねの伸び（符号が負の場合には縮み） X との間にはフックの法則が成り立つとして図 1-1 に示すような比例関係 $F = KX$ を仮定し、この比例係数 K をばね定数と定義する。ところが、図 1-2 に示すような市販されている「引きばね」では、ばねに力を加えても自然長から縮めることはできず、また、ばねに加えた力とばねの伸びの関係が $F = \alpha X^2 + \beta X$ のような二次関数となることがある。この α の符号が負のとき、ばねを漸軟ばねと呼び、ばねに加えた力とばねの伸びの関係を図 1-3 のように描くことができる。ばねの伸びは $0 \leq X < \frac{\beta}{-2\alpha}$ の範囲であり、重力加速度を g 、ばねの質量は無視できるとして、この漸軟ばねに関する以下の問に答えよ。

問 1

1-1 この漸軟ばねを図 1-4(a) のように天井から鉛直につり下げ、その下端に質量 M の質点 I を結合したとき、図 1-4(b) に示すつりあいの状態（以下、状態 A と呼ぶ）となった。このときのばねの伸び X_A を求めよ。

1-2 問 1-1 の解の X_A を用いて $\lim_{\alpha \rightarrow 0} X_A = \frac{Mg}{\beta}$ であることを途中経過を含めて示せ。

1-3 図 1-1 に示すようなフックの法則 $F = KX$ が成り立っているばねに蓄えられる弾性エネルギー U_L は、ばねの伸びが X_0 であるとき、

$$U_L = \int_0^{X_0} F dX = \int_0^{X_0} KX dX = \frac{1}{2} KX_0^2$$

で計算できる。これを踏まえ、状態 A において漸軟ばねに蓄えられている弾性エネルギー U_S を X_A を用いて表せ。

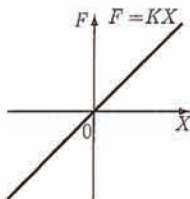


図 1-1



図 1-2

4

(平成 24 年度)

第 4 類 総合問題 (筆記)

120 分 問題 5 ページ
答案 6 ページ

4

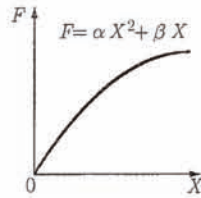


図 1-3

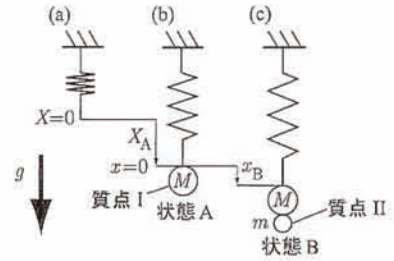


図 1-4

問 2

2-1 状態 A にある漸軟ばね-質点系の質点 I に微小な力 f を静かに作用させたときに生じるばねの伸びの変化量 (以下、変位と呼ぶ) $x = X - X_A$ に着目し、変位は微小であるとして $x^2 \approx 0$ という近似式を用いれば、このばねにはフックの法則 $f = kx$ が成り立っていると考えられる。この微小な変位に対するばね定数 k を α, β, M, g を用いて表せ。

以下では、微小な変位に対するばね定数を表す記号として k を用いて良い。

2-2 状態 A にある漸軟ばね-質点系の質点 I に $m \ll M$ である微小な質量 m の質点 II を付加し、図 1-4(c) に示すばねの伸びが $X = X_A + x_B$ である新たなつりあいの状態 (状態 B) に静かに移した。このときのばねの弾性エネルギーの変化量 ΔU_S を変位 x_B の関数として示せ。ただし、 x_B は微小であり、必要であれば $x_B^3 \approx 0$ という近似式を用いて良い。

問 3

状態 A にある漸軟ばね-質点系の質点 I に手で保持した質点 II を結合し、時刻 $t = 0$ に質点 II から手を離れたところ、質点 I と質点 II は一体となり運動し始めたが、時刻 $t = T$ に質点 II は質点 I と分離して落下し、分離後の質点 I の運動はつりあいの位置 ($X = X_A$) を中心とする単振動となった。質点 I の変位 $x(t) = X - X_A$ は微小であるとして、以下の間に答えよ。

3-1 この質点 I の単振動の角振動数 ω を表す式を示せ。

以下では、質点 I の単振動の角振動数を表す記号として ω を用いて良い。

3-2 この質点 I の変位 $x(t)$ は、関数 $h(t) = \frac{1}{M\omega} \sin(\omega t)$ および $f(s)$ を用いて以下の式で計算できる。

$$x(t) = \int_0^t f(s) h(t-s) ds \quad (1)$$

ただし、 $f(s)$ は時刻 $t = s$ において質点 II から質点 I に作用する微小な力であり、近似的に

$$f(s) = \begin{cases} mg & (0 \leq s \leq T) \\ 0 & (s > T) \end{cases}$$

と表すことができる。式 (1) の右辺の演算を実行し結果を整理して、質量 I の $t > T$ における単振動の振幅 A を分離時刻 T の関数として示せ。ただし、図 1-5 に示すような時刻 $t_n = \frac{n\pi}{\omega}$ (ただし n は自然数) において変位 $z(t_n) \neq 0$ である場合を含む一般の単振動の変位を表すためには、 $z(t) = Z \sin(\omega t + \theta)$ のように正弦関数と 3 つの定数 Z, ω, θ が必要となることに留意せよ。

解説 理論的な背景は大学入学後に「機械力学」または「振動学」として学ぶ内容であるが、問 3-2 で定義されている関数 $h(t)$ は、大きさ 1 Ns の力積を持ち無限小時間作用する外力に対する系の変位応答であり、系の単位インパルス応答関数と呼ばれる関数である。また、式 (1) の右辺は外力の有限の大きさとして作用時刻を考慮して系の変位応答を計算するための演算であり、畳み込み積分と呼ばれる積分である。

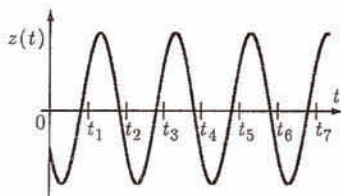


図 1-5

4

問題2

洋菓子を売る店を考えよう。250円の洋菓子を1個作って売るために材料費が150円、光熱費が50円かかる。またお店の家賃や従業員の賃金などで、作った個数や実際に売れた個数に関係なく1日あたり5,000円かかる。これ以外にお金はかからないと仮定する。この店で扱う洋菓子は生ものなので、もしも作った日に売れなかったら捨ててなくてはならない。捨てるのにお金はかからないが、お金が入ってこないこともない。

あなたはこの洋菓子店の利益(洋菓子が売れた代金からかかった費用を差し引いた金額)をできるだけ大きくしたいと考えている。以下の問に答えよ。答えだけでなく、計算など答えを導く過程も説明すること。

問1

ある日200個の洋菓子を作ったとする。その日全体の利益が正になるためには何個以上売れなくてはならないか計算せよ。

問2

この洋菓子店の売れ方を調べるために、毎日何個の注文があったかを100日間記録したところ表2-1のような結果になった。また表2-1に基づき、1日あたりの注文数ごとに日数(度数)を集計したところ、表2-2のような結果になった。この期間、仮に毎日200個洋菓子を作り、売り切れた場合にはお客さんに謝って帰ってもらい、売れ残った場合には売れ残りの洋菓子を捨てたとする。1日あたりの利益の期待値はいくらか。

問3

今後も表2-2と同じ傾向の注文があると仮定し、毎日同じ個数の洋菓子を作って準備しておくとする。1日あたりの利益の期待値を最も大きくするには毎日何個の洋菓子を作ればよいか。その時の利益の期待値はいくらか。

問4

この洋菓子店の1日あたりの利益の期待値を大きくすることを考える。その日その日に作る洋菓子の個数を問3の方法よりもうまく決めるためにはどのような決め方が考えられるかを議論せよ。もしも、あなたの方法がより良い結果になりそうだという見通しを表2-1または表2-2のデータを使って説明することができるのであれば、それを示せ。また表2-1、表2-2以外のデータを使う方法であれば、どのような情報をどのように集め、どのように分析し、その結果をどのように使えば良いかを議論せよ。

表2-1 平成23年10月1日から100日間に受けた洋菓子の注文数(単位:個)

日	10月1(土)	2(日)	3(月)	4(火)	5(水)	6(木)	7(金)	8(土)	9(日)	10(月)	11(火)	12(水)	13(木)	14(金)
個数	203	198	191	193	186	191	192	203	198	195	195	190	191	195
日	10月15(土)	16(日)	17(月)	18(火)	19(水)	20(木)	21(金)	22(土)	23(日)	24(月)	25(火)	26(水)	27(木)	28(金)
個数	203	201	193	195	190	193	195	208	200	196	194	191	191	197
日	10月29(土)	30(日)	31(月)	11月1(火)	2(水)	3(木)	4(金)	5(土)	6(日)	7(月)	8(火)	9(水)	10(木)	11(金)
個数	204	200	194	196	189	190	194	205	200	197	195	191	194	190
日	11月12(土)	13(日)	14(月)	15(火)	16(水)	17(木)	18(金)	19(土)	20(日)	21(月)	22(火)	23(水)	24(木)	25(金)
個数	204	200	194	197	191	193	196	203	203	193	196	192	192	194
日	11月26(土)	27(日)	28(月)	29(火)	30(水)	12月1(木)	2(金)	3(土)	4(日)	5(月)	6(火)	7(水)	8(木)	9(金)
個数	202	204	196	194	191	192	187	207	205	199	196	192	193	197
日	12月10(土)	11(日)	12(月)	13(火)	14(水)	15(木)	16(金)	17(土)	18(日)	19(月)	20(火)	21(水)	22(木)	23(金)
個数	205	199	197	195	192	194	198	207	203	199	198	192	195	195
日	12月24(土)	25(日)	26(月)	27(火)	28(水)	29(木)	30(金)	31(土)	1月1(日)	2(月)	3(火)	4(水)	5(木)	6(金)
個数	210	207	197	197	192	196	197	202	193	192	192	188	191	193
日	1月7(土)	8(日)												
個数	205	200												

表2-2 表2-1の期間の1日あたりの注文数ごとの度数

注文数	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198
度数	1	0	1	1	4	9	10	8	8	9	7	9	4
注文数	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	
度数	3	5	1	2	6	3	4	0	3	1	0	1	

面接

理数分野を主としたテーマに対して論理的かつ明解に説明する能力を問う。

試験内容

ばね定数が k 、自然の長さが l のばねの上端を固定して鉛直につり下げ、下端に質量 m のおもりを取り付けている。このおもりの単振動について、文章、数式、図、グラフなどを使用して説明資料を作成し、その資料に基づいて5分程度で説明しなさい。なお、必要に応じて、記号を定義したり、仮定を設けたりしても構いません。

5

(平成 24 年度)

第 5 類

総合問題 (筆記)

150 分 問題 1 ページ
答案 4 ページ

面接

前半は、「志望理由書」に基づいた志望動機、学習意欲などに関する7分程度の口頭試問を行う。後半は、以下の配付問題に7分程度で口頭で解答する。

配布問題

ビザナイフで切り口が直線になるように円形のピザを切り分けることを考えます。ただし、切り分けたピザに大小があっても構わないとし、切っている途中でピザは動かさないとします。

(1) 4回ナイフを使うと、ピザを最大いくつに切り分けることができますか。

(2) n回ナイフを使うと、ピザを最大いくつに切り分けることができますか。

次の内容の太陽光発電に関する 20 分程度の講演を聴講した後で、以下の問題に 90 分で解答する。

【講演概要】まず、エネルギーと電気に関する歴史を概観し、様々なエネルギーを電気エネルギーに変換する方法を紹介している。次に、光エネルギーを電気エネルギーに変換する太陽電池の原理を紹介している。更に、太陽電池は災害時の非常用電源としても有効であるが昨年の震災時にはあまり機能しなかったこと及びその原因と対策を紹介している。最後に、我国では現在様々な自然エネルギーを用いた環境に優しい都市が研究されていることを紹介している。

講演に関する、以下の問題に答えなさい。

問題 1 講演の内容を 400 字以内で要約しなさい。句読点等も 1 字として数えます。

問題 2

(1) 太陽電池モジュールの変換効率を 15% として、3 kW の電力を得るために必要な太陽電池モジュールの面積を求めなさい。

(2) 日本における年間の平均日照時間は、1200 時間です。太陽電池モジュールの変換効率を 15% として、日本において面積 3 m² の太陽電池モジュールから 1 年間に得られるエネルギーを J (ジュール) を単位として求めなさい。

問題 3 先の災害時には、自立運転コンセントの存在が周知されていなかったため、災害に強い太陽光発電が有効に使われませんでした。この事例から得られる教訓を、先端の科学技術を用いて製品を開発している開発者の立場とその利用者の立場からそれぞれ 200 字以内で述べなさい。句読点等も 1 字として数えます。

問題 4 太陽光発電をはじめとする自然エネルギーを用いた社会の未来像について、自然エネルギーを用いることによる長所と短所を含めて 600 字以内で記述しなさい。句読点等も 1 字として数えます。

筆記試験

■問題 1 : 問題文 1 および問題文 2 を読み、設問に答えなさい。

【問題文 1】

増田 耕一, 2000: 市民の教養としての数量判断能力を, 科学, vol. 70. から約 1,200 字を抜粋したもの。

【問題文 2】

Nobel Lecture by R. K. Pachauri, Chairman of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Oslo, 10 December 2007. から, 約 150 ワードを抜粋したもの。

【設問】

問題文 1 の中ではフィルターの 2 つ目までしか紹介されていない。問題文 2 を参考の上で、問題文 1 のフィルターの 3 つ目に相当するものを考案し、記述しなさい。また、どのような側面において問題文 2 を参考としたのかについて、記述しなさい。(合わせて 350 字以内)

ただし、問題文 1 の内容と整合さえしていれば、原著におけるフィルターの 3 つ目と同一あるいは類似のものである必要性はありません。

■問題 2 : ある都市圏での過去 30 年間の交通手段利用率の推移が表で与えられたとき、以下の問いに答えなさい。ただし、過去 30 年間に、都市圏の総交通量は変化しておらず、交通基盤の整備状況にも変化はないとすること。

- (1) 表から言えることをまとめなさい。
- (2) 表から推察される交通問題について述べなさい。
- (3) その問題を解決するために有効であると思う方策を述べなさい。

表は、1980 年から 2010 年までの間の交通手段(鉄道, バス, 自動車, 二輪車, バス)の利用率 (%) の推移を示したもの。

6A

(平成 24 年度)

第 6 類 A

総合問題 (筆記)

90 分

面接

1. 6 類 A を志望した動機について。
2. 入学後の大学生活への抱負、卒業後の進路について。
3. 勉強以外で力を入れてきたこと、得意なことについて。
4. 志望動機に関連して、環境や社会基盤整備に関わる問題とその解決策について。

6B

(平成 24 年度)

第 6 類 B

総合問題 (造形課題)

120 分

3次元空間 (xyz 空間) において、与えられた曲線を平行移動、回転、または両者の組み合わせで動かし、その軌跡で曲面を作ることを考える。

いま、2つの曲線、

$$z = a - a \cos\left(\frac{n\pi x}{l}\right), y = 0, 0 \leq x \leq l \quad \dots \dots \dots (1)$$

$$z = c - bx^2, y = 0, 0 \leq z \quad \dots \dots \dots (2)$$

が与えられている。ここで、 π は円周率である。また、 a, b, c, l は正の実数、 n は正の整数とし、各自が自由に設定してよい。この時、以下の課題に答えなさい。

課題 1 : これら 2つの曲線をそれぞれ動かして 2つの曲面を作り、その 2つの曲面を自由に組み合わせて「大きな空間を覆う屋根」の形を考え、その形を、陰影を付けて描きなさい。

課題 2 : 屋根の形を考える上で留意したことを 150 字程度の文章で説明しなさい。

解答に際しての注意

- 1) 屋根を描く際の視点は、屋根の特徴が伝わるように設定し、必要があれば人物や植栽などを配置しても良い。
- 2) 答案用紙の受験番号欄が印刷された面のみに解答すること。
- 3) 2つの課題の解答は、答案用紙にバランスよく配置すること。
- 4) 絵を描く際には、定規を用いても、用いなくても良い。

- (1) 以下の問題を読み、I-1、I-2 の解答を、答案用紙に記入してください。II、III については面接の時に質問しますので、解答を考えておいてください。
- (2) 面接においては、問題を解くと同時に、問題を解くために必要な前提条件などにだけ言及できるかも確かめます。

問題 東西に走る全長 L km の街道沿いに電器量販店 B が開店を計画しています。消費者は街道沿いに均等に住んでおり、街道沿い以外には住んでいないとします。既に電器量販店 A が街道の真ん中より西側で西端から測って距離 a km の地点で開店しており、ある製品を価格 p 円で販売しています。そこで、量販店 B は量販店 A より東側で街道の東端から測って距離 b km の地点で開店し、同じ製品を同じ価格で販売しようと考えています。この製品の仕入れ費用はかからず、また、消費者はこの商品を 1 個だけ買いたいと思っており、お店に行くにはお店までの距離に比例した交通費 (1 km あたり t 円) を支払うとします。

I (I-1) 消費者の居住地による支払額の多寡を、量販店 A から購入する場合、量販店 B から購入する場合に分けて図中に示しなさい。

(I-2) I-1 の結果をもとに、図の X 地点に住む消費者は、A、B のどちらの量販店から購入するかを答えなさい。

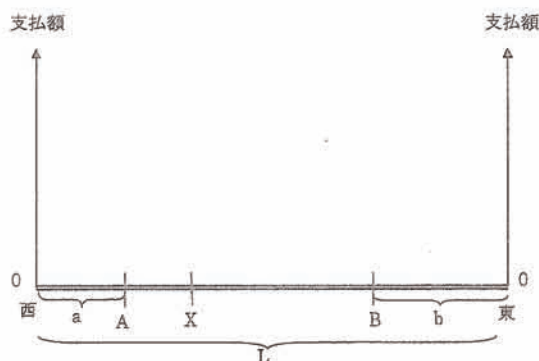
II (II-1) 量販店 B が最適にしたいものを図中に示し、通常それをどのように呼ぶかを答えなさい。

(II-2) II-1 の結果をもとに、量販店 B にとって最適な立地点を求めなさい。

III (III-1) 量販店 A だけが開店している時、消費者全体の交通費負担の総額を考察するには、図のどの部分を考えればよいかを答えなさい。

(III-2) 量販店 B が開店した時の交通費負担の総額の減額分を考察するには、図のどの部分を考えればよいかを答えなさい。

(III-3) III-2 の結果をもとに、量販店 B が開店することによる交通費負担の総額の減額分を L, a, b, t を用いて数式で示し、これを最小にする b を求めなさい。



6C

(平成 24 年度)

第 6 類 C

総合問題 (面接)