

平成 25 年度

第 3 種

電 力

(第 2 時限目)

## 答案用紙記入上の注意事項

1. マークシート（答案用紙）は機械で読み取りますので、濃度HBの鉛筆又はHBの芯を用いたシャープペンシルで濃く塗りつぶしてください。色鉛筆やボールペンでは機械で読み取ることができません。

なお、訂正は「プラスチック消しゴム」できれいに消し、消しくずを残さないでください。

2. マークシートには氏名、生年月日、試験地及び受験番号を記入し、受験番号のマーク欄にはマークシートに印刷されているマーク記入例に従い、正しくマークしてください。

（受験番号記入例：0141A01234Lの場合）

受 験 番 号										
数 字		記号	数 字		記号					
0	1	4	1	A	0	1	2	3	4	L
●				●	●	○	○	○	○	Ⓐ
①	●	①	●		①	●	①	①	①	Ⓑ
②	②	②	②		②	②	●	②	②	Ⓒ
③	③	③	③		③	③	③	●	③	Ⓓ
④	④	●	④		④	④	④	④	●	●
⑤	⑤		⑤		⑤	⑤	⑤	⑤	⑤	Ⓜ
⑥	⑥		⑥		⑥	⑥	⑥	⑥	⑥	Ⓝ
⑦					⑦	⑦	⑦	⑦	⑦	
⑧					⑧	⑧	⑧	⑧	⑧	
⑨					⑨	⑨	⑨	⑨	⑨	

A  
B  
C  
K  
L  
M  
N

3. マークシートの余白及び裏面には、何も記入しないでください。

4. マークシートは、折り曲げたり汚したりしないでください。

5. 問題の解答の選択肢は(1)から(5)まであります。その中から一つ選びマークシートの解答欄にマークしてください。

なお、二つ以上マークした場合には、採点されません。

(解答記入例)

問1 日本で一番高い山として、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

(1) 大雪山 (2) 浅間山 (3) 富士山 (4) 立山 (5) 阿蘇山

正解は「(3)」ですから、マークシートには

問題 番号	選 択 肢 番 号
1	① ② ● ④ ⑤

のように選択肢番号の枠内を塗りつぶしてください。

(この問題は持ち帰ってください。また、白紙部分はメモ用紙として使用できます。)

次ページ以降は試験問題になっていますので、試験開始の合図があるまで、開いてはいけません。

試験問題に関する質問にはお答えできません。

第 3 種

電 力

A問題 (配点は1問題当たり5点)

問1 次の文章は、水力発電に用いる水車に関する記述である。

水をノズルから噴出させ、水の位置エネルギーを運動エネルギーに変えた流水をランナに作用させる構造の水車を (ア) 水車と呼び、代表的なものに (イ) 水車がある。また、水の位置エネルギーを圧力エネルギーとして、流水をランナに作用させる構造の代表的な水車に (ウ) 水車がある。さらに、流水がランナを軸方向に通過する (エ) 水車もある。近年の地球温暖化防止策として、農業用水・上下水道・工業用水など少水量と低落差での発電が注目されており、代表的なものに (オ) 水車がある。

上記の記述中の空白箇所(ア)、(イ)、(ウ)、(エ)及び(オ)に当てはまる組合せとして、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)	(オ)
(1)	反 動	ペルトン	プロペラ	フランシス	クロスフロー
(2)	衝 動	フランシス	カプラン	クロスフロー	ポンプ
(3)	反 動	斜 流	フランシス	ポンプ	プロペラ
(4)	衝 動	ペルトン	フランシス	プロペラ	クロスフロー
(5)	斜 流	カプラン	クロスフロー	プロペラ	フランシス

問2 排熱回収方式のコンバインドサイクル発電所において、コンバインドサイクル発電の熱効率が48 [%]、ガスタービン発電の排気が保有する熱量に対する蒸気タービン発電の熱効率が20 [%]であった。

ガスタービン発電の熱効率 [%] の値として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

ただし、ガスタービン発電の排気はすべて蒸気タービン発電に供給されるものとする。

- (1) 23            (2) 27            (3) 28            (4) 35            (5) 38

問3 汽力発電所における蒸気的作用及び機能や用途による蒸気タービンの分類に関する記述として、誤っているものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 復水タービンは、タービンの排気を復水器で復水させて高真空とすることにより、タービンに流入した蒸気をごく低圧まで膨張させるタービンである。
- (2) 背圧タービンは、タービンで仕事をした蒸気を復水器に導かず、工場用蒸気及び必要箇所に送気するタービンである。
- (3) 反動タービンは、固定羽根で蒸気圧力を上昇させ、蒸気が回転羽根に衝突する力と回転羽根から排気するときの力を利用して回転させるタービンである。
- (4) 衝動タービンは、蒸気が回転羽根に衝突するときを生じる力によって回転させるタービンである。
- (5) 再生タービンは、ボイラ給水を加熱するため、タービン中間段から一部の蒸気を取り出すようにしたタービンである。

問4 原子力発電に用いられる軽水炉には、加圧水型（PWR）と沸騰水型（BWR）がある。この軽水炉に関する記述として、誤っているものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 軽水炉では、低濃縮ウランを燃料として使用し、冷却材や減速材に軽水を使用する。
- (2) 加圧水型では、構造上、一次冷却材を沸騰させない。また、原子炉の反応度を調整するために、ホウ酸を冷却材に溶かして利用する。
- (3) 加圧水型では、高温高圧の一次冷却材を炉心から送り出し、蒸気発生器の二次側で蒸気を発生してタービンに導くので、原則的に炉心の冷却材がタービンに直接入ることはない。
- (4) 沸騰水型では、炉心で発生した蒸気と蒸気発生器で発生した蒸気を混合して、タービンに送る。
- (5) 沸騰水型では、冷却材の蒸気がタービンに入るので、タービンの放射線防護が必要である。

問5 次の文章は、太陽光発電に関する記述である。

現在広く用いられている太陽電池の変換効率は太陽電池の種類により異なるが、およそ  [%] である。太陽光発電を導入するには、その地域の年間  を予想することが必要である。また、太陽電池を設置する  や傾斜によって  が変わるので、これらを確認する必要がある。さらに、太陽電池で発電した直流電力を交流電力に変換するためには、電気事業者の配電線に連系して悪影響を及ぼさないための保護装置などを内蔵した  が必要である。

上記の記述中の空白箇所(ア)、(イ)、(ウ)及び(エ)に当てはまる組合せとして、最も適切なものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
(1)	7～20	平均気温	影	コンバータ
(2)	7～20	発電電力量	方位	パワーコンディショナ
(3)	20～30	発電電力量	強度	インバータ
(4)	15～40	平均気温	面積	インバータ
(5)	30～40	日照時間	方位	パワーコンディショナ

問 6 変圧器の結線方式として用いられる Y-Y- $\Delta$  結線に関する記述として、誤っているものを次の (1)～(5) のうちから一つ選べ。

- (1) 高電圧大容量変電所の主変圧器の結線として広く用いられている。
- (2) 一次若しくは二次の巻線の中性点を接地することができない。
- (3) 一次-二次間の位相変位がないため、一次-二次間を同位相とする必要がある場合に用いる。
- (4)  $\Delta$  結線がないと、誘導起電力は励磁電流による第三調波成分を含むひずみ波形となる。
- (5)  $\Delta$  結線は、三次回路として用いられ、調相設備の接続用、又は、所内電源用として使用することができる。



問7 次の文章は、真空遮断器の構造や特徴に関する記述である。

真空遮断器の開閉電極は、内に密閉され、電極を開閉する操作機構、可動電極が動作しても真空を保つ, 回路と接続する導体などで構成されている。

電路を開放した際に発生するアーク生成物は、真空中に拡散するが、その後、絶縁筒内部に付着することで、その濃度が下がる。

真空遮断器は、空気遮断器と比べると動作時の騒音が, 機器は小形軽量である。また、真空遮断器は、ガス遮断器と比べると電圧が系統に広く使われている。

上記の記述中の空白箇所(ア)、(イ)、(ウ)及び(エ)に当てはまる組合せとして、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
(1)	真空バルブ	ベローズ	小さく	高い
(2)	パuffアシリンダ	ベローズ	大きく	高い
(3)	真空バルブ	ベローズ	小さく	低い
(4)	パuffアシリンダ	ブッシング変流器	小さく	高い
(5)	真空バルブ	ブッシング変流器	大きく	低い

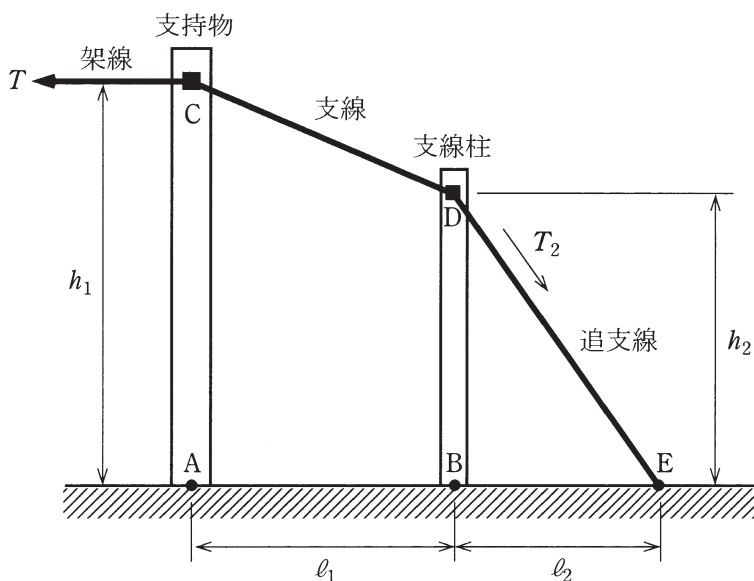
問8 架空送電線路の構成要素に関する記述として、誤っているものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 鋼心アルミより線 (ACSR) : 中心に亜鉛メッキ鋼より線を配置し、その周囲に硬アルミ線を同心円状により合わせた電線。
- (2) アーマロッド : クランプ部における電線の振動疲労防止対策及び溶断防止対策として用いられる装置。
- (3) ダンパ : 微風振動に起因する電線の疲労、損傷を防止する目的で設置される装置。
- (4) スペーサ : 多導体方式において、負荷電流による電磁吸引力や強風などによる電線相互の接近・衝突を防止するために用いられる装置。
- (5) 懸垂がいし : 電圧階級に応じて複数個を連結して使用するもので、棒状の絶縁物の両側に連結用金具を接着した装置。

問9 図のように、架線の水平張力  $T$  [N] を支線と追支線で、支持物と支線柱を介して受けている。支持物の固定点 C の高さを  $h_1$  [m]、支線柱の固定点 D の高さを  $h_2$  [m] とする。また、支持物と支線柱間の距離 AB を  $l_1$  [m]、支線柱と追支線地上固定点 E との根開き BE を  $l_2$  [m] とする。

支持物及び支線柱が受ける水平方向の力は、それぞれ平衡しているという条件で、追支線にかかる張力  $T_2$  [N] を表した式として、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

ただし、支線、追支線の自重及び提示していない条件は無視する。



(1)  $\frac{T\sqrt{h_2^2 + l_2^2}}{l_2}$

(2)  $\frac{Tl_2}{\sqrt{h_2^2 + l_2^2}}$

(3)  $\frac{T\sqrt{h_2^2 + l_2^2}}{\sqrt{(h_1 - h_2)^2 + l_1^2}}$

(4)  $\frac{T\sqrt{(h_1 - h_2)^2 + l_1^2}}{\sqrt{h_2^2 + l_2^2}}$

(5)  $\frac{T h_2 \sqrt{(h_1 - h_2)^2 + l_1^2}}{(h_1 - h_2)\sqrt{h_2^2 + l_2^2}}$

問10 地中電線の損失に関する記述として、誤っているものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 誘電体損は、ケーブルの絶縁体に交流電圧が印加されたとき、その絶縁体に流れる電流のうち、電圧に対して位相が  $90 [^\circ]$  進んだ電流成分により発生する。
- (2) シース損は、ケーブルの金属シースに誘導される電流による発生損失である。
- (3) 抵抗損は、ケーブルの導体に電流が流れることにより発生する損失であり、単位長当たりの抵抗値が同じ場合、導体電流の 2 乗に比例して大きくなる。
- (4) シース損を低減させる方法として、クロスボンド接地方式の採用が効果的である。
- (5) 絶縁体が劣化している場合には、一般に誘電体損は大きくなる傾向がある。

問11 我が国の配電系統の特徴に関する記述として、誤っているものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 高压配電線路の短絡保護と地絡保護のために、配電用変電所には過電流継電器と地絡方向継電器が設けられている。
- (2) 柱上変圧器には、過電流保護のために高压カットアウトが設けられ、柱上変圧器内部及び低圧配電系統内での短絡事故を高压系統側に波及させないようにしている。
- (3) 高压配電線路では、通常、6.6〔kV〕の三相3線式を用いている。また、都市周辺などのビル・工場が密集した地域の一部では、電力需要が多いため、さらに電圧階級が上の22〔kV〕や33〔kV〕の三相3線式が用いられることもある。
- (4) 低圧配電線路では、電灯線には単相3線式を用いている。また、単相3線式の電灯と三相3線式の動力を共用する方式として、V結線三相4線式も用いている。
- (5) 低圧引込線には、過電流保護のために低圧引込線の需要場所の取付点にケッチヒューズ(電線ヒューズ)が設けられている。

問12 次の文章は、配電線の保護方式に関する記述である。

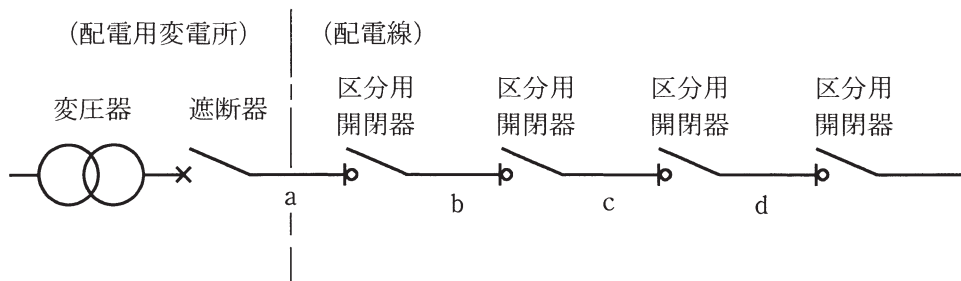
高圧配電線路に短絡故障又は地絡故障が発生すると、配電用変電所に設置された (ア) により故障を検出して、遮断器にて送電を停止する。

この際、配電線路に設置された区分用開閉器は (イ) する。その後に配電用変電所からの送電を再開すると、配電線路に設置された区分用開閉器は電源側からの送電を検出し、一定時間後に動作する。その結果、電源側から順番に区分用開閉器は (ウ) される。

また、配電線路の故障が継続している場合は、故障区間直前の区分用開閉器が動作した直後に、配電用変電所に設置された (ア) により故障を検出して、遮断器にて送電を再度停止する。

この送電再開から送電を再度停止するまでの時間を計測することにより、配電線路の故障区間を判別することができ、この方式は (エ) と呼ばれている。

例えば、区分用開閉器の動作時限が7秒の場合、配電用変電所にて送電を再開した後、22秒前後に故障検出により送電を再度停止したときは、図の配電線の (オ) の区間が故障区間であると判断される。

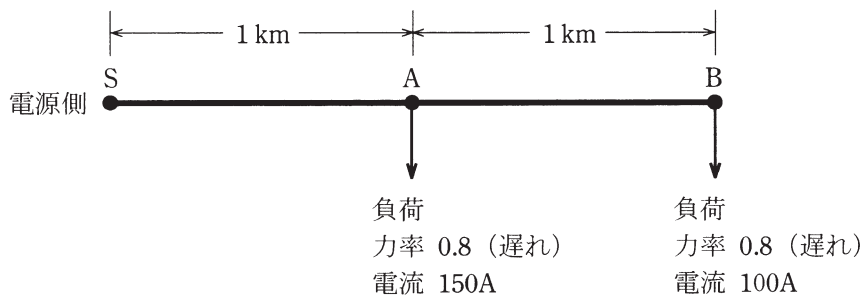


上記の記述中の空白箇所(ア)、(イ)、(ウ)、(エ)及び(オ)に当てはまる組合せとして、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)	(オ)
(1)	保護継電器	開放	投入	区間順送方式	c
(2)	避雷器	開放	投入	時限順送方式	d
(3)	保護継電器	開放	投入	時限順送方式	d
(4)	避雷器	投入	開放	区間順送方式	c
(5)	保護継電器	投入	開放	時限順送方式	c

問13 図のような三相 3 線式配電線路において、電源側 S 点の線間電圧が 6900 [V] のとき、B 点の線間電圧 [V] の値として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

ただし、配電線 1 線当たりの抵抗は  $0.3 [\Omega/\text{km}]$ 、リアクタンスは  $0.2 [\Omega/\text{km}]$  とする。また、計算においては S 点、A 点及び B 点における電圧の位相差が十分小さいとの仮定に基づき適切な近似を用いる。



- (1) 6522      (2) 6646      (3) 6682      (4) 6774      (5) 6795

問14 絶縁材料の特徴に関する記述として、誤っているものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 絶縁油は、温度や不純物などにより絶縁性能が影響を受ける。
- (2) 固体絶縁材料は、温度変化による膨張や収縮による機械的ひずみが原因で劣化することがある。
- (3) 六ふっ化硫黄(SF<sub>6</sub>)ガスは、空気と比べて絶縁耐力が高いが、一方で地球温暖化に及ぼす影響が大きいという問題点がある。
- (4) 液体絶縁材料は気体絶縁材料と比べて、圧力により絶縁耐力が大きく変化する。
- (5) 一般に固体絶縁材料には、液体や気体の絶縁材料と比較して、絶縁耐力が高いものが多い。



**B問題** (配点は1問題当たり(a)5点, (b)5点, 計10点)

問15 復水器の冷却に海水を使用する汽力発電所が定格出力で運転している。次の(a)及び(b)の間に答えよ。

(a) この発電所の定格出力運転時には発電端熱効率が 38 [%] , 燃料消費量が 40 [t/h] である。1 時間当たりの発生電力量 [MW・h] の値として, 最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

ただし, 燃料発熱量は 44 000 [kJ/kg] とする。

- (1) 186      (2) 489      (3) 778      (4) 1286      (5) 2046

(b) 定格出力で運転を行ったとき, 復水器冷却水の温度上昇を 7 [K] とするために必要な復水器冷却水の流量 [m<sup>3</sup>/s] の値として, 最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

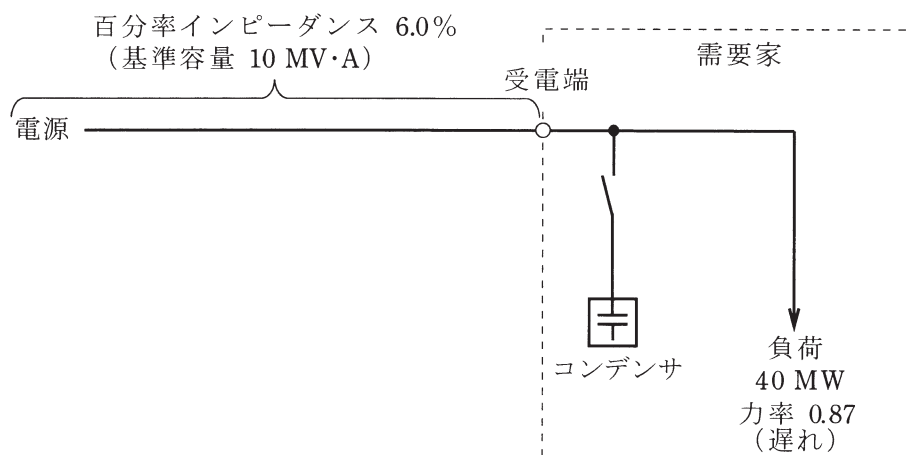
ただし, タービン熱消費率を 8 000 [kJ/(kW・h)] , 海水の比熱と密度をそれぞれ 4.0 [kJ/(kg・K)] , 1.0 × 10<sup>3</sup> [kg/m<sup>3</sup>] , 発電機効率を 98 [%] とし, 提示していない条件は無視する。

- (1) 6.8      (2) 8.0      (3) 14.8      (4) 17.9      (5) 21.0

問16 図のように，特別高圧三相 3 線式 1 回線の専用架空送電線路で受電している需要家がある。需要家の負荷は，40 [MW] ，力率が遅れ 0.87 で，需要家の受電端電圧は 66 [kV] である。

ただし，需要家から電源側をみた電源と専用架空送電線路を含めた百分率インピーダンスは，基準容量 10 [MV·A] 当たり 6.0 [%] とし，抵抗はリアクタンスに比べ非常に小さいものとする。その他の定数や条件は無視する。

次の (a) 及び (b) の間に答えよ。



(a) 需要家が受電端において、力率1の受電になるために必要なコンデンサ総容量〔Mvar〕の値として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

ただし、受電端電圧は変化しないものとする。

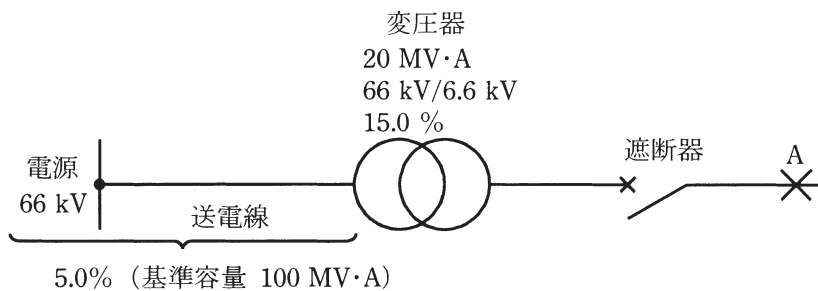
(1) 9.7      (2) 19.7      (3) 22.7      (4) 34.8      (5) 81.1

(b) 需要家のコンデンサが開閉動作を伴うとき、受電端の電圧変動率を2.0〔%〕以内にするために必要なコンデンサ単機容量〔Mvar〕の最大値として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

(1) 0.46      (2) 1.9      (3) 3.3      (4) 4.3      (5) 5.7

問17 図に示すように、定格電圧 66 [kV] の電源から送電線と三相変圧器を介して、二次側に遮断器が接続された系統を考える。三相変圧器の電气的特性は、定格容量 20 [MV・A]、一次側線間電圧 66 [kV]、二次側線間電圧 6.6 [kV]、自己容量基準での百分率リアクタンス 15.0 [%] である。一方、送電線から電源側をみた電气的特性は、基準容量 100 [MV・A] の百分率インピーダンスが 5.0 [%] である。このとき、次の (a) 及び (b) の間に答えよ。

ただし、百分率インピーダンスの抵抗分は無視するものとする。



(a) 基準容量を 10 [MV・A] としたとき、変圧器の二次側から電源側をみた百分率リアクタンス [%] の値として、正しいものを次の (1)～(5) のうちから一つ選べ。

- (1) 2.0      (2) 8.0      (3) 12.5      (4) 15.5      (5) 20.0

(b) 図の A で三相短絡事故が発生したとき、事故電流 [kA] の値として、最も近いものを次の (1)～(5) のうちから一つ選べ。ただし、変圧器の二次側から A までのインピーダンス及び負荷は、無視するものとする。

- (1) 4.4      (2) 6.0      (3) 7.0      (4) 11      (5) 44

## <電 力>

問1	4
問2	4
問3	3
問4	4
問5	2
問6	2
問7	3
問8	5
問9	1
問10	1
問11	5
問12	3
問13	3
問14	4
問15(a)	1
(b)	2
問16(a)	3
(b)	3
問17(a)	2
(b)	4