29

平成29年度 東北医科薬科大学入学試験問題

医学部 一般・理科

《注意事項》

1．解答用紙左部に氏名、フリガナ、その下部に受験番号を記入し、例にならって○の中を塗りつぶすこと。
（例）受験番号１０００１の場合

フリガナ	
氏　名	

受験番号				
万	千	百	十	一
1	0	0	0	1
①	●	●	●	⓪
●	①	①	①	●
②	②	②	②	②
⑨	⑨	⑨	⑨	⑨

2．出題科目、ページ及び選択方法は下表のとおりです。

出題科目	ページ	選択方法
物　理	1～12	左の３科目のうちから２科目を選択し、解答しなさい。解答する科目の順番は問いません。解答時間（120分）の配分は自由です。
化　学	13～27	
生　物	28～47	

3．２枚の解答用紙のそれぞれの解答科目欄に，選択する科目のいずれか１つをマークすること。

4．解答方法は次のとおりである。

（1）各問題には、正しい答えは一つしかないので、最も適当と思われる答えを一つ選び、次の例にならって解答用紙に記入すること。
※一つの問に二つ以上解答した場合は誤りとなる。

（例）問１　東北医科薬科大学のある都市は次のうちどれか。
１．札幌市　２．青森市　３．秋田市　４．山形市　５．盛岡市
６．福島市　７．水戸市　８．新潟市　９．東京都　10．仙台市
正しい答えは、10であるので解答用紙の ⑩ を塗りつぶして

解答番号	解答欄										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0
1	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	●	⓪

とすればよい。

この注意事項は、問題冊子の裏表紙にも続きます。問題冊子を裏返して必ず読みなさい。

medica 医学部予備校

化　学

aimedica
医学部予備校

必要ならば，つぎの数値を用いなさい。

原子量：H = 1, C = 12, N = 14, O = 16, Na = 23, Mg = 24, Al = 27, Cl = 35.5, Ti = 48, V = 51, Cr = 52, Co = 59, Ni = 59, Zn = 65, Br = 80, Pd = 106, Ir = 192, Pt = 195, Au = 197

気体定数：R = 8.31 J / (K・mol)，アボガドロ数：6.02×10^{23} / mol

【 I 】　つぎの文章を読んで，以下の問いに答えよ。

近年の科学技術の大きな進歩は，地球上に存在するあらゆる元素の利用能を向上させてきた。特に最近では，様々な金属の単体や化合物の利用が可能となり，それぞれの物質を利用した多種多様な製品が開発され，現在の我々の生活水準向上に大きく貢献している。

［ア］は軽量な金属で，強度や耐食性に優れるため，航空機用構造材，腕時計，眼鏡フレーム，ゴルフクラブなどに利用されている。その酸化物は a) 強い酸化反応を起こす触媒としての性質をもち，汚れや微生物などを分解するため，建築物の外壁などに利用されている。また，b) 高密度ポリエチレンの合成に［ア］の塩化物とトリエチルアルミニウム $Al(C_2H_5)_3$ を組み合わせた触媒が用いられる。

［イ］は光沢のある銀白色の金属で，面心立方格子の隙間に水素を取り込む性質がある。室温でそれ自体の体積の約 900 倍の水素 H_2 を吸収できることから，水素吸蔵合金や，水素透過膜に用いられているほか，空気や水に対する耐食性の高さから，銀との合金が歯科治療に利用されている。また，c) その塩化物はアセトアルデヒドの工業的合成における触媒の一つとして利用されている。

［ウ］は光沢のある銀白色の金属で，宝飾品として広く用いられる。さらに，化学的に安定であることから，イリジウム Ir との合金が重さの基準であるキログラム原器として利用されており，かつては長さの基準だったメートル原器にも採用されていた。また，同じ 10 族元素のニッケル Ni や［イ］と同様に水素付加反応の触媒として利用されるほか，多くの化学反応における触媒として利用されている。

問 1　［ア］にあてはまる最も適切な元素はどれか。

問 2　［イ］にあてはまる最も適切な元素はどれか。

問 3　［ウ］にあてはまる最も適切な元素はどれか。

【問 1 ～ 3 の解答群】

① チタン Ti	② マグネシウム Mg	③ バナジウム V
④ クロム Cr	⑤ コバルト Co	⑥ 亜鉛 Zn
⑦ パラジウム Pd	⑧ 白金 Pt	⑨ 金 Au

問 4　下線部 a) に関して，酸化反応を起こすための主なエネルギー源と触媒の一般名称として，正しい組合せはどれか。

	エネルギー源	一般名称
①	紫外線	三元触媒
②	紫外線	光触媒
③	紫外線	ゼオライト
④	酸素	三元触媒
⑤	酸素	光触媒
⑥	酸素	ゼオライト
⑦	電力	三元触媒
⑧	電力	光触媒
⑨	電力	ゼオライト

medica 医学部予備校

問 5　下線部 b) に関して，この触媒を見いだした人物は誰か。

①	ファントホッフ	②	カロザース
③	チーグラー，ナッタ	④	ベークランド
⑤	ワトソン，クリック	⑥	野依良治
⑦	白川英樹	⑧	フレミング
⑨	エールリッヒ	⑩	鈴木章，根岸英一

問 6, 7　下線部 c) に関して，2 種類の気体 A, B を過不足なく反応させ，アセトアルデヒドを 1100 kg 製造した。以下の問いに答えよ。

問 6　必要な 2 種類の気体 A および B と，それぞれの標準状態での体積（L）の関係が正しい組合せはどれか。

	気体 A	気体 B	気体 A の体積（L）	気体 B の体積（L）
①	エチレン	O_2	5.60×10^5	5.60×10^5
②	エチレン	O_2	5.60×10^5	2.80×10^5
③	エチレン	O_2	2.80×10^5	2.80×10^5
④	エチレン	H_2O	5.60×10^5	2.80×10^5
⑤	エチレン	H_2O	2.80×10^5	2.80×10^5
⑥	アセチレン	O_2	5.60×10^5	2.80×10^5
⑦	アセチレン	O_2	2.80×10^5	2.80×10^5
⑧	アセチレン	H_2O	5.60×10^5	5.60×10^5
⑨	アセチレン	H_2O	5.60×10^5	2.80×10^5
⑩	アセチレン	H_2O	2.80×10^5	2.80×10^5

問 7　この製造を［イ］の塩化物の濃度が 5.00×10^{-4} mol / L の水溶液 2000 L 中でおこなったところ，反応終了までに 100 時間かかった。反応中，平均して 1 分間あたり［イ］一原子は何分子のアセトアルデヒドを生成したか。最も近い値はどれか。

①	0.417	②	0.625	③	0.833	④	2.08	⑤	4.17
⑥	6.25	⑦	8.33	⑧	20.8	⑨	41.7	⑩	62.5

問 8 $\boxed{\text{ウ}}$ を触媒として用いた化学工業的な利用例として，正しいものの組合せはどれか。

a　アンモニアの製造
b　硝酸の製造
c　メタノールの製造
d　石油分解（クラッキング）
e　自動車の排気ガスの浄化装置

① (a, b)　② (a, c)　③ (a, d)　④ (a, e)　⑤ (b, c)
⑥ (b, d)　⑦ (b, e)　⑧ (c, d)　⑨ (c, e)　⑩ (d, e)

問 9　以下に示す合金とその特徴，主な用途の関係が正しい組合せはどれか。

	合金の名称と組成	特徴	主な用途
①	青銅 Cu + Sn (2～35%)	黄色光沢	楽器，仏具，5 円硬貨
②	白銅 Cu + Ni (15～25%)	軽量で強度大	飛行機骨格，構造材
③	はんだ Sn + Cu, Ag, Ni など	白色光沢	50 円硬貨，100 円硬貨
④	ステンレス鋼 Fe + Cr (12～18%), Ni など	錆びにくい	台所用品，防食構造材
⑤	ニクロム Ni + Cr (16～20%), Fe など	銀白色	食器，楽器，装飾品

medica 医学部予備校

【Ⅱ】　つぎの文章を読んで，以下の問いに答えよ。

(1) 式は，臭化水素 HBr を合成する反応式であるが，この反応は 5 段階の素反応による多段階反応であることがわかっている。下の表は，(1) 式の反応において，温度と体積を一定にして，反応物の濃度を変えて反応初期の HBr の生成速度 v を測定した結果である。ここで，H_2 の濃度を $[H_2]$，Br_2 の濃度を $[Br_2]$ とする。

$$H_2 + Br_2 \rightarrow 2HBr \cdots (1)$$

実験	$[H_2]$ [mol / L]	$[Br_2]$ [mol / L]	v [mol / (L・s)]
1	1.40×10^{-3}	1.60×10^{-3}	1.10×10^{-7}
2	1.40×10^{-3}	6.40×10^{-3}	2.20×10^{-7}
3	5.60×10^{-3}	1.60×10^{-3}	4.40×10^{-7}

反応速度定数を k [$L^{0.5}$ / ($mol^{0.5}$・s)] とすると，この反応の反応速度式は $v = k[H_2]^{\square ア}[Br_2]^{\square イ}$ と表すことができ，指数の［ア］と［イ］は反応次数とよばれる。このときの反応速度定数 k の数値は［ウ］と計算される。

反応温度を高くすると，反応速度定数 k が大きくなるため，反応速度が速くなる反応がある。これは，温度と k との間に，アレニウスの式と呼ばれる (2) 式が成り立つためである。

$$k = Ae^{-\frac{E_a}{RT}} \cdots (2)$$

ここで，A は頻度因子（反応に固有の定数），R [J / (K・mol)] は気体定数，T (K) は絶対温度，E_a (J / mol) は活性化エネルギーである。

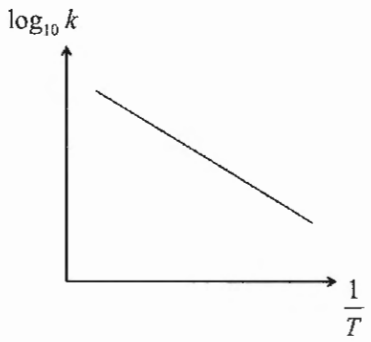
(2) 式の両辺の自然対数をとると，次式 (3) になる。

$$\log_e k = -\frac{E_a}{RT} + \log_e A \cdots (3)$$

底の変換の公式を利用して，(3) 式の自然対数を常用対数にすると，(4) 式が得られる。

$$\log_{10} k = -\frac{E_a}{2.30RT} + \log_{10} A \cdots (4)$$

(4) 式より，$\log_{10}k$ を縦軸に，$\frac{1}{T}$ を横軸にしてグラフ化すると，下に示すような直線的な一次関数となる。



問 10　反応次数 [ア] と [イ] にあてはまる数値の正しい組合せはどれか。

	ア	イ
①	0	0.5
②	0	1
③	0	1.5
④	0	2
⑤	1	0.5

	ア	イ
⑥	1	1
⑦	1	2
⑧	2	0.5
⑨	2	1
⑩	2	2

問 11　[ウ] にあてはまる数値はいくらか。最も近い値はどれか。

① 2.75×10^{-6}　② 6.88×10^{-5}　③ 1.96×10^{-3}　④ 4.30×10^{-2}　⑤ 4.91×10^{-2}

⑥ 1.40　⑦ 19.6　⑧ 30.7　⑨ 35.1　⑩ 2.20×10^{4}

medica 医学部予備校

問 12　反応速度 v や反応速度定数 k に関するつぎの記述のうち，正しいのはどれか。

a　触媒を添加すると，k は大きくなる。
b　(1) 式で $[H_2]$ を大きくすると，k は大きくなる。
c　一般に，気体反応のとき，気体の分圧が大きいほど v は小さくなる。
d　一般に，固体が関与する反応で，固体の表面積を大きくすると，v は大きくなる。

① a のみ　② b のみ　③ c のみ　④ d のみ　⑤ a, b のみ
⑥ a, c のみ　⑦ a, d のみ　⑧ b, c のみ　⑨ b, d のみ　⑩ c, d のみ

問 13, 14　(4) 式から得られたグラフの傾きが −6000 の反応について，以下の問いに答えよ。

問 13　このときの活性化エネルギー（kJ / mol）はいくらか。最も近い値はどれか。

① 13.8　② 49.9　③ 1.15×10^{2}　④ 2.17×10^{2}　⑤ 7.15×10^{2}
⑥ 1.38×10^{4}　⑦ 4.99×10^{4}　⑧ 1.15×10^{5}　⑨ 2.17×10^{5}　⑩ 7.15×10^{5}

問 14　温度が 27 °C における反応速度定数を k_{27}, 47 °C における反応速度定数を k_{47} とする。温度が 27 °C から 47 °C に変化したときの $\log_{10}\dfrac{k_{47}}{k_{27}}$ はいくらか。最も近い値はどれか。

① 8.00×10^{-2}　② 4.00×10^{-1}　③ 6.25×10^{-1}　④ 8.00×10^{-1}
⑤ 1.25　⑥ 1.60　⑦ 2.50　⑧ 12.5

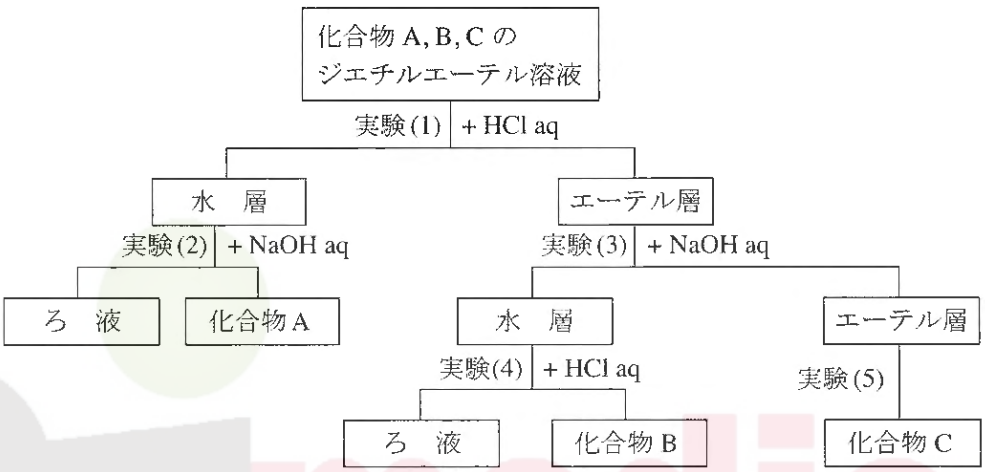
問 15　つぎの記述のうち，正しいのはどれか。

a　触媒を添加すると，反応熱が変化する。
b　触媒を添加すると，活性化エネルギーが変化する。
c　酵素反応は，アレニウスの式に従う。
d　複数の素反応が関与する多段階反応の反応速度は，すべての素反応の反応速度の和で表される。

① a のみ　② b のみ　③ c のみ　④ d のみ　⑤ a, b のみ
⑥ a, c のみ　⑦ a, d のみ　⑧ b, c のみ　⑨ b, d のみ　⑩ c, d のみ

aimedica 医学部予備校

【Ⅲ】　炭素，水素，酸素，および窒素からなる化合物 A, B, C は，いずれも炭素数が 8 であるベンゼンの二置換体であり，分子内にメチル基を有している。この 3 種類の化合物をそれぞれ 1 g ずつ溶解したジエチルエーテル溶液について，つぎの実験 (1) ～ (13) を行った。以下の問いに答えよ。



実験

(1)　化合物 A, B, C のジエチルエーテル溶液と塩酸を分液漏斗に入れよく振り混ぜ，エーテル層と水層を分離した。

(2)　水層に水酸化ナトリウム水溶液を加えて塩基性とし，生じた沈殿をろ過して化合物 A を 1 g 得た。

(3)　エーテル層と水酸化ナトリウム水溶液を分液漏斗に入れよく振り混ぜ，エーテル層と水層を分離した。

(4)　水層に塩酸を加えて酸性とし，生じた沈殿をろ過して化合物 B を 1 g 得た。

(5)　エーテル層を硫酸ナトリウムで乾燥後，乾燥剤をろ過によって除去し，ジエチルエーテルを留去することにより，化合物 C を 1 g 得た。

(6)　ベンゼン環に直接結合する 4 個の水素原子のうち，1 個を塩素原子に置き換えた化合物の異性体を考えたところ，化合物 A, B にはそれぞれ 2 種類の異性体が存在し，化合物 C には 4 種類の異性体が存在した。

(7)　化合物 A と B にそれぞれ水酸化カリウム水溶液を加え，十分に加熱することにより加水分解した。その後中和したところ，いずれの場合も化合物 D が得られた。

(8) 化合物 D の元素組成を分析したところ，炭素が 66.04%，水素が 6.47%，窒素が 12.84%であった。

(9) 化合物 C に水酸化ナトリウム水溶液を加え加熱することにより加水分解したのち，スズ Sn と濃塩酸を作用させ，適切な処置を施したところ，化合物 E が得られた。

(10) 化合物 E の希塩酸水溶液を 5 °C 以下に冷却しながら亜硝酸ナトリウム $NaNO_2$ を加えたのち，5°C 以上に反応温度を上昇させたところ，化合物 F が得られた。

(11) 化合物 F の第 2 電離定数（2 段階目の電離定数）を測定したところ，その置換基の位置による異性体の第 2 電離定数に比べてずっと小さいことがわかった。

(12) 化合物 A〜F にそれぞれさらし粉溶液を加えると，化合物 A, D, E が赤紫色を呈した。

(13) 化合物 A〜F をそれぞれ塩化鉄 (III) 水溶液と反応させると，化合物 B, D, F が青〜赤紫色を呈した。

問 16, 17　下記の化合物 a 〜 e のうち一つを，水と 1 : 1 の体積比で分液漏斗に入れ，振り混ぜたのち静置した。

問 16　水と分離し，上層になるものの正しい組合せはどれか。

問 17　水と分離しないものの正しい組合せはどれか。

a　$(C_2H_5)_2O$

b　$CHCl_3$

c　C_2H_5OH

d　$CH_3COOC_2H_5$

e　CH_3COOH

【問 16, 17 の解答群】

① (a, b)　② (a, c)　③ (a, d)　④ (a, e)　⑤ (b, c)

⑥ (b, d)　⑦ (b, e)　⑧ (c, d)　⑨ (c, e)　⑩ (d, e)

問 18　つぎの記述のうち，分液漏斗を用いる際，一般的な注意点として最も正しいものはどれか。

① 激しく振り混ぜると化合物が分解する恐れがあるので，穏やかに振り混ぜる。
② 内圧が高くなることがあるので，適宜コックを解放し圧を抜く。
③ 水層と有機層が必要以上に混合しないように，静かに揺する。
④ 使用する分液漏斗は，よく乾燥させたものを用いる。
⑤ 分離を確実にするため，混合後速やかに下層を取り出す。

問 19　化合物 D の分子式として，正しいものはどれか。

① C_6H_6ON　② C_6H_7N　③ C_6H_7ON　④ C_6H_8ON　⑤ C_7H_8N
⑥ C_7H_7ON　⑦ C_7H_8ON　⑧ C_8H_9N　⑨ C_8H_9ON　⑩ $C_8H_9O_2N$

問 20　実験操作 (10) で，化合物 E 0.500 g を用い，5 °C 以上に反応温度を上昇させることにより，すべて化合物 F へ変換した。このとき生じる単体の気体は標準状態で何 L か。最も近い値はどれか。

① 3.71×10^{-2}　② 4.09×10^{-2}　③ 6.20×10^{-2}　④ 6.70×10^{-2}　⑤ 8.18×10^{-2}
⑥ 9.10×10^{-2}　⑦ 1.12×10^{-1}　⑧ 1.21×10^{-1}　⑨ 1.49×10^{-1}　⑩ 1.64×10^{-1}

a-medica 医学部予備校

問 21　化合物 E に関して，最も正しい記述はどれか。

① 不斉炭素を持っており，生物活性を持っているのはその内の一方の立体異性体である。
② 不斉炭素を持たないが，分子全体として対称性を欠くため，光学異性体が存在する。
③ 化学的に安定で，環境への残留性が高く，発がん性や内臓障害など人体への悪影響から，現在その製造販売が禁止されている。
④ その特徴的な構造が，細胞壁を合成する酵素に特異的に結合し，酵素活性を阻害することが知られている。
⑤ その希薄溶液は，感染症予防のため，消毒薬として広く利用されている。
⑥ その置換基の位置による異性体の一つは生命活動に必須な葉酸の原料であり，この異性体の構造をモチーフとして多くのサルファ剤が開発された。
⑦ かつてこの化合物の使用による水質汚濁が問題になったが，現在では微生物により分解できる新たな化合物が開発され，利用されている。

問 22　解熱鎮痛作用をもつ化合物の正しい組合せはどれか。

a　化合物 A
b　化合物 B
c　化合物 C
d　化合物 E
e　化合物 F

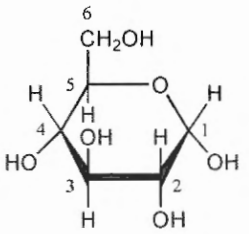
① (a, b)　② (a, c)　③ (a, d)　④ (a, e)　⑤ (b, c)
⑥ (b, d)　⑦ (b, e)　⑧ (c, d)　⑨ (c, e)　⑩ (d, e)

medica 医学部予備校

【Ⅳ】　つぎの文章を読んで，以下の問いに答えよ。

デンプンは，多数のα-グルコースが縮合重合した多糖であり，分子式は［ア］で表される。植物体内で光合成によってつくられるデンプンは，米，小麦やイモ類に多く含まれ，一般にらせん構造をとる。

デンプンはアミロースとアミロペクチンの混合物である。アミロースは数百～数千個のα-グルコースがC1に結合したヒドロキシ基（OH基）とC4に結合したOH基とで脱水縮合し，直鎖状に結合した構造をもつ。一方，アミロペクチンはアミロースと同様に多数のα-グルコースがC1とC4のOH基とで脱水縮合しているが，C1とC6のOH基でも脱水縮合するため枝分かれ構造をもつ。アミロースもアミロペクチンも末端のグルコースがそれぞれ2種類存在する。一つはC1にOH基を有する末端のグルコースであり，もう一つはC4にOH基を有する末端のグルコースである。前者の末端グルコースを還元末端，後者のそれは非還元末端という。



α-グルコース
（6員環構造）

平均分子量が6.48×10^5のアミロペクチンA 9.00 gのOH基をすべてメチル化し，メトキシ基（OCH_3基）としたところ，化合物Bが得られた。その後，この化合物Bのすべてのグリコシド結合だけを希硫酸で加水分解したのち，適切な処理をしたところ，構成するグルコースが部分的にメチル化した3種類の加水分解生成物G1（0.519 g），G2（10.7 g）およびG3（0.458 g）が得られた。これらを同一溶媒に溶かした希薄溶液についてそれぞれ同圧のもと，凝固点を同じ質量パーセント濃度で測定したところ，G1が最も高く，G3が最も低かった。これらから，得られたG1，G2，G3の分子数の比は約1：［イ］：1（G1：G2：G3）となる。この結果，アミロペクチンAは，理論的にグルコース［ウ］分子あたりに1個の枝分かれの結合があること，また，アミロペクチンA 1分子中には約［エ］個の枝分かれの結合が存在することがわかった。

問 23　［ア］にあてはまる分子式はどれか。ただし，n は重合度とする。

① $(C_6H_8O_5)_n$　② $(C_6H_9O_5)_n$　③ $(C_6H_9O_6)_n$　④ $(C_6H_{10}O_4)_n$
⑤ $(C_6H_{10}O_5)_n$　⑥ $(C_6H_{11}O_5)_n$　⑦ $(C_6H_{12}O_6)_n$　⑧ $(C_6H_{14}O_6)_n$

問 24　つぎの記述のうち，正しいものの組合せはどれか。

a　アミロースはグルコース単位 4 個で 1 回転するようならせん構造をとる。
b　親水コロイドであるデンプン水溶液が多量の電解質によって沈殿する現象を塩析という。
c　デンプン分子のらせん構造の中にヨウ素分子が入ると，紫外線の吸収が起こり呈色する。
d　1 分子のアミロペクチンには，還元末端のグルコースが 1 個存在する。
e　一般に，ヨウ素デンプン反応の呈色は，アミロペクチンの方がアミロースよりも青色が濃い。

① (a, b)　② (a, c)　③ (a, d)　④ (a, e)　⑤ (b, c)
⑥ (b, d)　⑦ (b, e)　⑧ (c, d)　⑨ (c, e)　⑩ (d, e)

問 25　化合物 B，G1，G2 および G3 に関する記述のうち，正しいのはどれか。

a　G1 は非還元末端のグルコースに由来する。
b　1 分子の化合物 B から得られる G1 の分子数は，厳密には G3 の分子数より 1 分子少ない。
c　G2 の分子量は 222 である。
d　1 分子の化合物 B 中の枝分かれの結合の数は G3 の分子数に等しい。

① a のみ　② b のみ　③ c のみ　④ d のみ　⑤ a, b のみ
⑥ a, c のみ　⑦ a, d のみ　⑧ b, c のみ　⑨ a, b, c のみ　⑩ a, c, d のみ

medica 医学部予備校

問 26 [イ] にあてはまる最も近い値はどれか。

① 1　② 2　③ 4　④ 8　⑤ 16
⑥ 18　⑦ 20　⑧ 22　⑨ 24　⑩ 26

問 27 [ウ] にあてはまる値はいくらか。最も近い値はどれか。

① 18　② 20　③ 22　④ 24
⑤ 26　⑥ 28　⑦ 30　⑧ 32

問 28 [エ] にあてはまる値はいくらか。最も近い値はどれか。

① 125　② 133　③ 142　④ 153
⑤ 167　⑥ 181　⑦ 200　⑧ 222

medica 医学部予備校