

理 科

平成 26 年 度

入 学 試 験 問 題

受 験 番 号	
------------	--

1. 注 意 事 項

(1) 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。

(2) この問題冊子は 54 ページあります。

試験中に、問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れなどに気づいた場合は、手を挙げて、監督者に知らせなさい。

物 理 1 ページから 16 ページまで

化 学 17 ページから 31 ページまで

生 物 32 ページから 54 ページまで

(3) 問題冊子のどのページも切り離してはいけません。また、問題用紙の余白は計算用紙として自由に使用してよろしい。

(4) 問題冊子の表紙の受験番号欄に受験番号を記入しなさい。

(5) 解答用紙には、物理解答用紙、化学解答用紙、生物解答用紙の 3 種類があります。これらの 3 種類のすべての解答用紙の氏名、受験番号の記入欄および受験番号のマーク欄にそれぞれ正しく記入し、マークしなさい。

(6) 計算機能をもつ時計、計算器具などの使用は禁止します。使用している場合は不正行為とみなします。

(7) 試験終了後、解答用紙はもちろん、問題冊子も持ち帰ってはいけません。

2. 解答上の注意

解答上の注意は、裏表紙にも記載してあるので、この問題冊子を裏返して必ず読みなさい。ただし、問題冊子を開いてはいけません。またマークシート左下に記載してある「注意事項」も読んでおきなさい。

(1) 問題は物理、化学、生物いずれも **1**、**2** の 2 問、計 6 問あります。6 問中の任意の 4 問を選んで解答しなさい。5 問以上答えた時には点数のよい 4 問を得点とします。

裏表紙につづく

化 学

計算に必要な次の数値を用いよ。

原子量：H 1, C 12, N 14, O 16, F 19, Na 23, Mg 24, Al 27,

Si 28, P 31, S 32, Cl 35.5, K 39, Ca 40, Cr 52, Fe 56,

Cu 64, Zn 65, Br 80, Ag 108, I 127, Ba 137, Au 197

アボガドロ定数： $6.0 \times 10^{23} / \text{mol}$ ファラデー定数： $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$

気体定数： $8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol}) = 8.3 \text{ J} / (\text{K} \cdot \text{mol})$

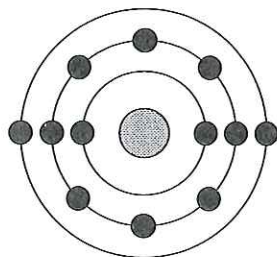
対数： $\log_{10} 2 = 0.30$, $\log_{10} 3 = 0.48$, $\log_{10} 7 = 0.85$

体積の単位リットルの記号には大文字の L を用いている。

1 (1)~(12)の各問いに答えよ。

(1) 原子が次の電子配置をとる元素 A について正しいのはどれか。一つ選べ。

ただし、中心の●は原子核、周囲の●は電子を表している。 **ア**



- ① アルカリ土類金属である。
- ② 2 価の陰イオンになりやすい。
- ③ 単体は常温で水と激しく反応して水素を発生する。
- ④ 単体を湿った空気中に放置すると酸化されて緑青を生じる。
- ⑤ 塩化物に含まれる A 原子と塩素原子の物質量の比は 1 : 2 である。

(2) 窒素原子の酸化数が最も大きい物質はどれか。一つ選べ。 **イ**

- ① NO ② NO₂ ③ HNO₃
- ④ NH₃ ⑤ N₂

(3) 標準状態で、同体積のエタンとアセチレンを混合した。この混合気体 A L をとり、完全燃焼させたところ、 0.90 g の水が生成した。

1) 水 0.90 g 中に水素原子は何個存在するか。有効数字 1 桁で記せ。

ウ $\sim$ オに数値を入れよ。ウ $\times 10^{\text{エ $\text{オ$ }}$ 個

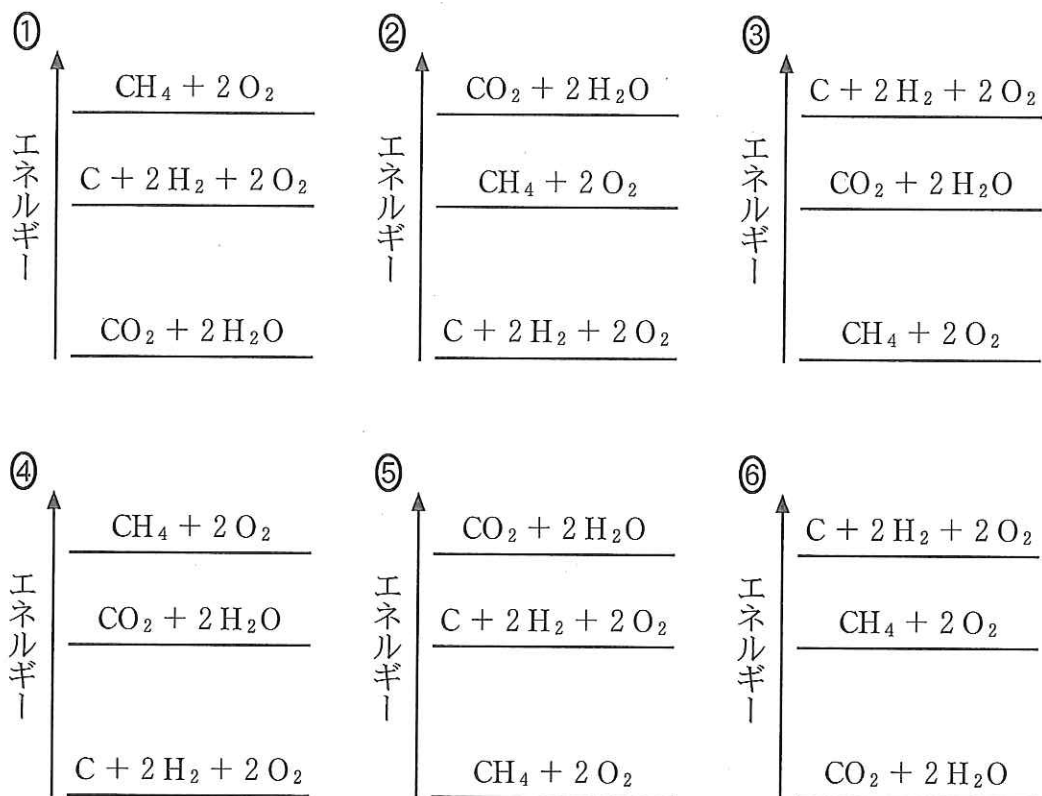
2) 完全燃焼により消費された酸素の体積(標準状態)は、混合気体の体積の何倍か。適するものを一つ選べ。力

- | | | |
|-------|-------|-------|
| ① 1 倍 | ② 2 倍 | ③ 3 倍 |
| ④ 4 倍 | ⑤ 5 倍 | ⑥ 6 倍 |

3) A の値として適するものを一つ選べ。キ

- | | | |
|--------|--------|--------|
| ① 0.28 | ② 0.42 | ③ 0.56 |
| ④ 0.84 | ⑤ 1.12 | ⑥ 2.24 |

- (4) メタン CH_4 , 黒鉛 C , 水素 H_2 の燃焼熱はそれぞれ 890 kJ/mol , 394 kJ/mol , 286 kJ/mol である。正しいエネルギー図を一つ選べ。ただし、図では物質の状態を省略している。また、物質がもつエネルギーの差と、図中の上下の間隔は比例していない。 ク



(5) 酸の水溶液に関する記述 **a** ~ **c** について、正誤の組み合わせとして正しいものを一つ選べ。ただし、強酸は完全に電離しているものとする。 ケ

- a** 2×10^{-3} mol/L の希硫酸の pH は 3.3 である。
- b** pH が 1.0 の塩酸の水素イオン濃度は、pH が 3.0 の酢酸水溶液の水素イオン濃度の 100 倍である。
- c** 0.1 mol/L 塩酸の pH の値は、0.1 mol/L 塩酸と 0.1 mol/L 酢酸水溶液を 10 mL ずつ混合した溶液の pH の値よりも大きい。

	a	b	c
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤

(6) 操作 **a** ~ **d** の中には、酸化還元反応によって気体が発生する操作が一つある。その操作で発生する気体はどれか。一つ選べ。 コ

操作 **a** 硫化鉄(II)に塩酸を加える。

操作 **b** 亜硫酸ナトリウムに希硫酸を加える。

操作 **c** 塩化ナトリウムに濃硫酸を加えて加熱する。

操作 **d** 酸化マンガン(IV)に濃塩酸を加えて加熱する。

- | | | |
|---------|---------|--------|
| ① 塩化水素 | ② 塩 素 | ③ 酸 素 |
| ④ 二酸化硫黄 | ⑤ 二酸化炭素 | ⑥ 硫化水素 |

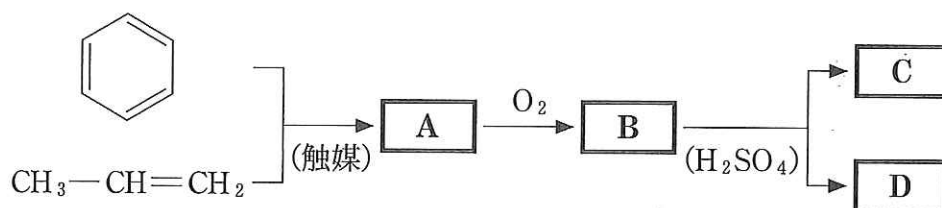
(7) 炭素数が7の化合物①～⑤のうちで、分子式が C_7H_{12} であるのはどれか。

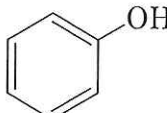
一つ選べ。 サ

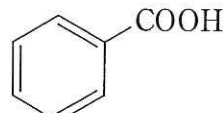
- ① 三重結合が一つあり、環状構造を一つもつ環式化合物
- ② 三重結合が一つあり、枝分かれのある鎖式化合物
- ③ 二重結合が二つあり、環状構造を一つもつ環式化合物
- ④ 二重結合が一つあり、枝分かれのない鎖式化合物
- ⑤ 単結合のみからなり、環状構造を一つもつ環式化合物

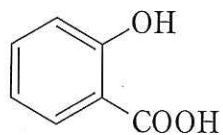
(8) 次の図は、 と $CH_3-CH=CH_2$ から、化合物 A, B を経て C と D を合成する経路を示している。C の水溶液に塩化鉄(III)水溶液を加えると、紫色に呈色する。

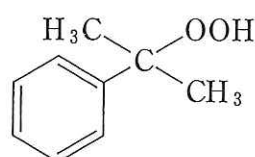
B にあてはまる化合物の構造式を一つ選べ。 シ

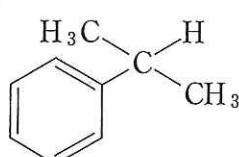


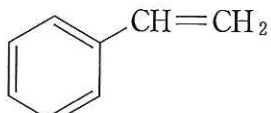
- ① 

② 

③ 

④ 

⑤ 

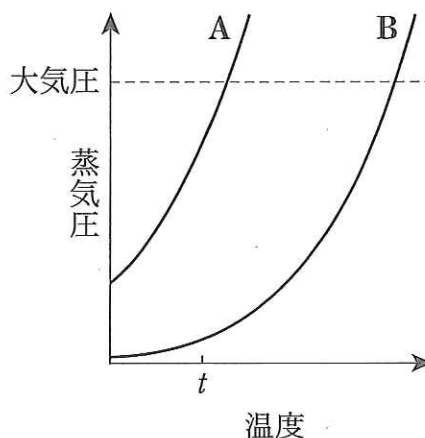
⑥ 

(9) 図は2種の物質A、Bの蒸気圧曲線である。問いa～cの答えについて、正しい組み合わせはどれか。一つ選べ。 ス

a 大気圧の下で、沸点が低いのはAとBのどちらか。

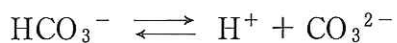
b 液体状態において、分子間力が強いのはAとBのどちらか。

c 温度 t において、液体AとBをそれぞれ異なる容器に入れ、空気を除いて密封したところ、どちらも一部が液体として容器中に残った。このとき内部の圧力が高いのはAとBのどちらを入れた容器か。



	a	b	c
①	A	A	A
②	A	A	B
③	A	B	A
④	A	B	B
⑤	B	A	A
⑥	B	A	B
⑦	B	B	A
⑧	B	B	B

(10) Na_2CO_3 と NaHCO_3 が溶けた pH 10.0 の水溶液では、 HCO_3^- 、 H^+ 、 CO_3^{2-} の濃度の関係は次式の平衡とその平衡定数から考えることができる。



$$\text{平衡定数} \quad \frac{[\text{H}^+][\text{CO}_3^{2-}]}{[\text{HCO}_3^-]} = 1.4 \times 10^{-10} \text{ mol/L}$$

この pH 10.0 の水溶液中で、 $[\text{HCO}_3^-]$ と $[\text{CO}_3^{2-}]$ の合計に占める $[\text{HCO}_3^-]$ の割合は何%か。 セ， ソ に数値を入れよ。 セ ソ %

- (11) 単純タンパク質を構成する元素に含まれないのはどれか。二つ選び、**タ**，**チ**に一つずつマークせよ。ただし，解答の順序は問わない。**タ**，**チ**

- ① 水 素 ② 炭 素 ③ 窒 素 ④ 酸 素
⑤ フッ素 ⑥ リ ン ⑦ 硫 黄

- (12) 文中の**ツ**～**ヌ**に適する語をそれぞれ一つずつ選べ。

アミノ酸はその分子内に塩基性の**ツ**基と酸性の**テ**基をもつ。アミノ酸の**ツ**基は，別のアミノ酸の**テ**基との間で**ト**結合をつくる。タンパク質は多数のアミノ酸が**ナ**した高分子化合物である。

卵白を加熱すると凝固する。このとき卵白中のタンパク質分子の立体構造を維持している**ニ**結合が切れるなどして，分子の形状が変化し性質が変わる。これをタンパク質の**ヌ**という。

ツ，**テ**，**ト**，**ニ**の選択肢

- ① 水 素 ② 金 属 ③ エーテル ④ エステル
⑤ アミノ ⑥ ペプチド ⑦ カルボキシル ⑧ ヒドロキシ

ナ，**ヌ**の選択肢

- ① 透 析 ② 凝 析 ③ 塩 析 ④ 変 性
⑤ 開環重合 ⑥ 縮合重合 ⑦ 付加重合

2

(1)～(12)の各問いに答えよ。

(1) 人名と業績の組み合わせが正しいものはどれか。一つ選べ。 ア

	人 名	業 績
①	ヘ ス	6,6 - ナイロンの発明
②	アボガドロ	分 子 説
③	ボ イ ル	周 期 表
④	ボ ル タ	アンモニアの工業的合成
⑤	アレニウス	電 池 の 発 明

(2) 液体の状態で、分子間に水素結合を生じないものはどれか。二つ選び、イ, ウ に一つずつマークせよ。ただし、解答の順序は問わない。イ, ウ

- ① アンモニア ② 水 素 ③ フッ化水素
 ④ 水 ⑤ メタン

(3) 誤っているものを二つ選び、 エ, オ に一つずつマークせよ。ただし、解答の順序は問わない。 エ, オ

- ① セシウムはアルカリ金属である。
 ② ラジウムはアルカリ土類金属である。
 ③ 炭酸水素ナトリウムに塩酸を加えると二酸化炭素が発生する。
 ④ 炭酸ナトリウムは水にほとんど溶けない。
 ⑤ 硫酸バリウムは水によく溶ける。
 ⑥ 水酸化カルシウムは消石灰ともいわれる。
 ⑦ ナトリウムはヒトの血液中でイオンとして存在する。

(4) 銅の単体 2.88 g を硫黄と反応させたところ、硫黄との化合物が 3.68 g 得られた。この結果から化合物の組成式 Cu_xS_y を求め、 x , y の値を一桁の整数で答えよ。 $\boxed{\text{力}}$, $\boxed{\text{キ}}$ に数値を入れよ。 $x = \boxed{\text{力}}$, $y = \boxed{\text{キ}}$

(5) 塩化ナトリウム(式量 a)を m g 含む水溶液が 100 mL ある。この水溶液と同じ濃度の Cl^- を含む塩化バリウム(式量 b)の水溶液を 250 mL つくるには、塩化バリウムは何 g 必要か。適するものを一つ選べ。ただし、塩化ナトリウムと塩化バリウムはともに十分に溶解する範囲内の量とする。 $\boxed{\text{ク}}$ g

① $\frac{am}{5b}$

② $\frac{4am}{5b}$

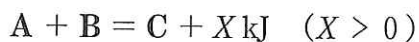
③ $\frac{am}{20b}$

④ $\frac{5bm}{a}$

⑤ $\frac{5bm}{2a}$

⑥ $\frac{5bm}{4a}$

(6) ある化合物 A と化合物 B から化合物 C が生じる反応を、次の熱化学方程式で示す。この熱化学方程式からわかることはどれか。適するものを一つ選べ。ただし、係数はいずれも 1 とする。 $\boxed{\text{ケ}}$



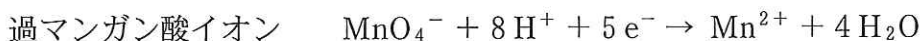
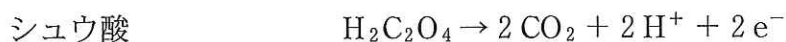
- ① B の燃焼熱は $-X \text{ kJ/mol}$ である。
- ② この反応は発熱反応である。
- ③ この反応の活性化エネルギーは $X \text{ kJ/mol}$ である。
- ④ 0.5 mol の C を A と B に分解するとき、少なくとも $2X \text{ kJ}$ の熱を必要とする。
- ⑤ C の生成熱は $-X \text{ kJ/mol}$ である。

(7) 次の文を読み、問いに答えよ。

濃度がわからない水酸化ナトリウム水溶液と過マンガン酸カリウム水溶液(硫酸酸性)がある。0.100 mol/L に調製したシュウ酸水溶液を用いて、中和滴定により水酸化ナトリウム水溶液の濃度を、酸化還元滴定により過マンガン酸カリウム水溶液の濃度を決定したい。

それぞれの滴定を行った結果、シュウ酸水溶液 2.00 mL に対して、過不足なく反応した水酸化ナトリウム水溶液は 3.88 mL、過マンガン酸カリウム水溶液は 2.65 mL であった。

酸化還元反応では、シュウ酸および過マンガン酸イオンのイオン反応式は次のように表される。



1) 水酸化ナトリウム水溶液の濃度は何 mol/L か。適するものを一つ選べ。

mol/L

- ① 0.0515 ② 0.0755 ③ 0.103
④ 0.151 ⑤ 0.258

2) 過マンガン酸カリウム水溶液の濃度は何 mol/L か。適するものを一つ選べ。 mol/L

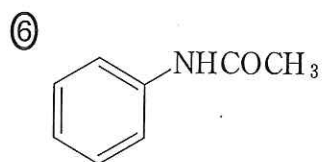
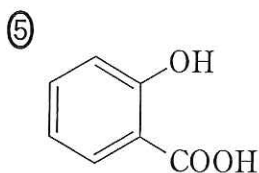
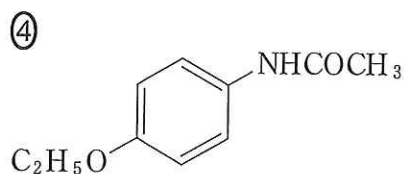
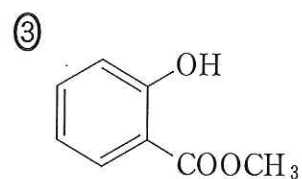
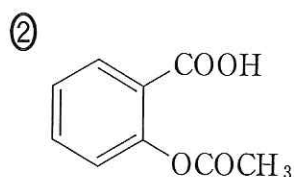
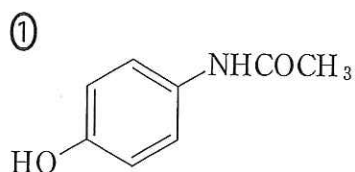
- ① 0.0206 ② 0.0302 ③ 0.0755
④ 0.0943 ⑤ 0.189

(8) 鉄とアルミニウムに共通するのはどれか。一つ選べ。

- ① 遷移元素に分類される。
② 酸化物の粉末は白色である。
③ イオンを含む溶液にチオシアン酸カリウム(KSCN)を加えると、溶液の色が血赤色になる。
④ 単体は濃硝酸に対して不動態をつくる。
⑤ 水酸化物に過剰のアンモニア水を加えると、錯イオンを形成し溶ける。

(9) 化合物 A は、分子量が 74 で、炭素、水素、酸素のみからなる 1 価アルコールである。化合物 A は、不飽和結合、環状構造のいずれももたない。この化合物 A にはいくつかの構造異性体が考えられる。そのうち酸化するとカルボン酸になるものは何個あるか。数値をいれよ。 ス 個

(10) アセチルサリチル酸(アスピリン)はどれか。一つ選べ。 セ

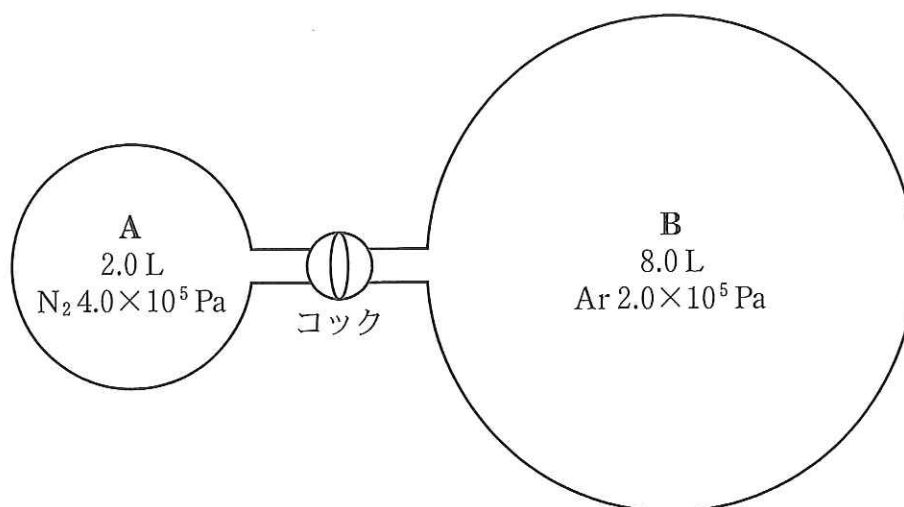


(1) 次の文を読み、問いに答えよ。

図のような容積が 2.0 L の球 A と、 8.0 L の球 B が連結した装置がある。連結部分の途中にはコックがあり自由に開閉することができる。連結部分の容積は無視できるものとする。

コックを閉めた状態で球 A に窒素を $4.0 \times 10^5\text{ Pa}$ 、球 B にアルゴンを $2.0 \times 10^5\text{ Pa}$ の圧力で注入した。

温度を一定に保った状態でコックを開け、2つの気体を混合した。



1) 混合気体における窒素の分圧を求めよ。適するものを一つ選べ。 Pa

- | | | |
|---------------------|---------------------|---------------------|
| ① 0.4×10^5 | ② 0.5×10^5 | ③ 0.8×10^5 |
| ④ 1.0×10^5 | ⑤ 8.0×10^5 | |

2) 混合気体の全圧を求めよ。適するものを一つ選べ。 Pa

- | | | |
|---------------------|---------------------|---------------------|
| ① 0.2×10^5 | ② 0.8×10^5 | ③ 1.6×10^5 |
| ④ 2.4×10^5 | ⑤ 9.6×10^5 | |

(12) 次の文章を読み、下線部 1)～4)に関する問いに答えよ。

油脂はグリセリンに 3 分子の脂肪酸が¹⁾結合したものである。この脂肪酸には、1 分子中の炭素原子数が 12 個のラウリン酸、16 個のパルミチン酸、²⁾18 個のステアリン酸、オレイン酸、リノール酸、リノレン酸などがある。脂肪酸の融点は、分子中の炭素数が同じであれば、分子中に含まれる炭素原子間の二重結合の数が多いほど低い。また、油脂の融点は、油脂を構成する脂肪酸の融点の影響を受け、分子中に含まれる二重結合が多いほど低くなる。ラウリン酸、パルミチン酸、ステアリン酸は炭素原子間に二重結合をもたない飽和脂肪酸である。不飽和脂肪酸における炭素原子間の二重結合の数は、オレイン酸では 1、リノール酸では 2、リノレン酸では 3 である。なお、これらの脂肪酸に含まれる炭素原子間の二重結合はシス形である。

上記の脂肪酸のうち、複数の二重結合をもつ脂肪酸は、ヒトの体内で合成できないため、食物からの摂取が必要であり、それらは³⁾必須脂肪酸と呼ばれる。

動植物の油脂に含まれる脂肪酸の組成は、それらの生育環境によって大きく異なる。パーム油は、気温の高いインドネシアやマレーシアで多く栽培されているヤシ科の植物から得られる油脂である。その構成脂肪酸の約半分は飽和脂肪酸であり、日本の冬季のような低温になると固まってしまう。⁴⁾大豆油やコーン油は、北米など冬季に寒冷な気候になる地域でも栽培されるダイズやトウモロコシから得られる油脂である。これらは、リノール酸など複数の二重結合をもつ不飽和脂肪酸を多く含み、室温では固まりにくい。

ウシやブタの食肉部分に含まれる油脂のほとんどは飽和脂肪酸からなる。牛肉を食べた後、食器に残った油脂が固まっているのが観察されるのはこのためである。一方、サバの油脂は不飽和脂肪酸を多く含むため、室温では固まりにくい。

1) この結合は何か。一つ選べ。 チ

- ① エステル結合 ② ペプチド結合 ③ エーテル結合
④ アミド結合 ⑤ グリコシド結合

2) ステアリン酸, オレイン酸, リノール酸, リノレン酸に関する記述で正しいのはどれか。一つ選べ。 ツ

- ① リノール酸を多く含む油脂の融点は約 50℃ である。
② 4 種の脂肪酸を比較するとリノレン酸の融点が最も低い。
③ オレイン酸では, 炭素原子間の二重結合はトランス形である。
④ ステアリン酸は, サバの油脂を構成する脂肪酸の大半を占める。
⑤ ステアリン酸とオレイン酸の 1 分子中に含まれる水素原子の数は等しい。

3) 次の油脂のうちで, 必須脂肪酸を最も多く含むのはどれか。一つ選べ。

- ① 牛 脂 ② 大豆油 ③ パーム油 ④ 豚 脂

4) 大豆油やコーン油に, 水素を人工的に付加して利用することがある。このことに関して正しいのはどれか。一つ選べ。 ト

- ① 水素を付加すると融点が低くなる。
② 水素を付加するとセッケンが得られる。
③ 付加される水素に比例して炭素の数が増える。
④ 水素を付加するとき, ニッケルなどの触媒を用いる。
⑤ 水素の付加に伴い, 分子内の二重結合の数が増える。

