

高等学校 理科（化学）

解答についての注意点

- 1 解答用紙は、マーク式解答用紙と記述式解答用紙の2種類があります。
- 2 大問 **1**～大問 **4** については、マーク式解答用紙に、大問 **5** については、記述式解答用紙に記入してください。
- 3 解答用紙が配付されたら、まずマーク式解答用紙に受験番号等を記入し、受験番号に対応する数字を、鉛筆で黒くぬりつぶしてください。
記述式解答用紙は、全ての用紙の上部に受験番号のみを記入してください。
- 4 大問 **1**～大問 **4** の解答は、選択肢のうちから、**問題で指示された解答番号**の欄にある数字のうち一つを黒くぬりつぶしてください。
例えば、「解答番号は 」と表示のある問題に対して、「**3**」と解答する場合は、解答番号 の欄に並んでいる ① ② ③ ④ ⑤ の中の ③ を黒くぬりつぶしてください。
- 5 間違ってぬりつぶしたときは、消しゴムできれいに消してください。二つ以上ぬりつぶされている場合は、その解答は無効となります。
- 6 その他、係員が注意したことをよく守ってください。

指示があるまで中をあけてはいけません。

1 次の(1)～(9)の問いに答えよ。

(1) 放射線についての記述として最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。

解答番号は

- 1 放射線が物質中の原子から電子をはじきとばし、原子をイオン化するはたらきを放射線の電離作用と呼ぶ。
- 2 放射性物質が放射線を出す性質(能力)を放射能といい、その単位にはシーベルト(記号Sv)を用いる。
- 3 放射線とは、原子核から出る高速の粒子の流れや、高エネルギーの電磁波の総称で、高速の粒子がヘリウムの原子核なら β 線である。
- 4 α 線、 β 線は肉眼で見えるが、それ以外の放射線は肉眼では見えない。
- 5 放射線を人工的に作り出すことはできない。

(2) 質量 5.0×10^2 gの教科書を机の上に置いたところ、教科書と机が接している面積は 5.0×10^2 cm²であった。この教科書が机におよぼす圧力として正しいものはどれか。1～5から一つ選べ。ただし、質量100 gの物体にはたらく重力の大きさを1 Nとする。解答番号は

- | | | |
|------------------------|---------------------------|---------|
| 1 1.0×10^3 Pa | 2 1.0×10^2 Pa | 3 10 Pa |
| 4 1.0 Pa | 5 1.0×10^{-1} Pa | |

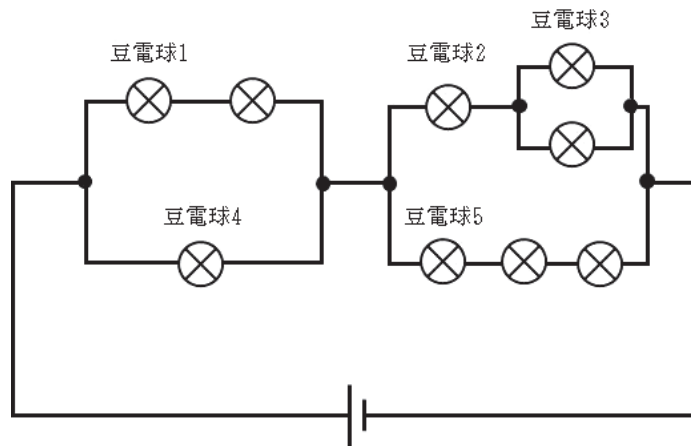
(3) 入射する太陽光のエネルギーを電気エネルギーに変換する太陽電池があり、その面積は 5.0 m²であった。この太陽電池に 1 m²あたり1秒間に 0.80 kJの太陽光のエネルギーが入射した結果、 4.8×10^2 Wの電力が得られたとすると、この太陽電池における、太陽光のエネルギーから電気エネルギーへの変換効率として正しいものはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は

- | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 10% | 2 12% | 3 16% | 4 18% | 5 24% |
|-------|-------|-------|-------|-------|

(4) 雨滴が鉛直方向に一定の速さで降る中、電車がまっすぐな線路上を一定の速さ16m/sで水平に走っている。このとき、電車内で静止している人が見る雨滴の落下方向は、鉛直方向と 60° の角度をなしていた。水平面に対する雨滴の速さとして最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。ただし、 $\sqrt{2}=1.41$ 、 $\sqrt{3}=1.73$ とする。解答番号は

- 1 6.9m/s 2 9.2m/s 3 11m/s 4 23m/s 5 28m/s

(5) 下図のように、直流電源装置に同じ豆電球を9個つないだ回路をつくり、豆電球を点灯させた。このとき、図中の豆電球1から豆電球5のうちで2番目に明るい豆電球の組み合わせとして最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。ただし、導線の抵抗、電源の内部抵抗は無視できるものとする。また、使用する豆電球の抵抗値はかかる電圧によらず常に一定で、かつ豆電球の明るさは豆電球で消費される電力のみによるものとする。解答番号は



- 1 豆電球1と豆電球2
- 2 豆電球3と豆電球4
- 3 豆電球4と豆電球5
- 4 豆電球1と豆電球3と豆電球5
- 5 豆電球2と豆電球4と豆電球5

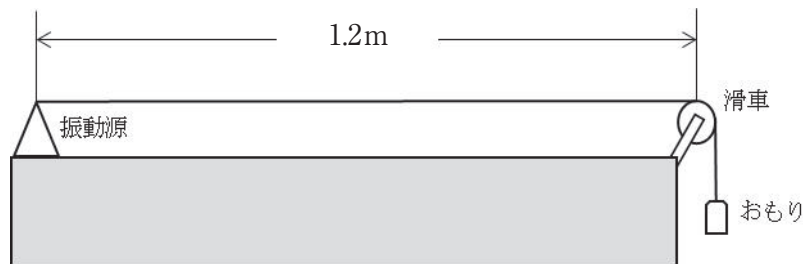
(6) 2 mの高さから小球を10m/sの速さで水平に投げ出したとき、投げ出した点の真下の地点から、小球の落下地点までの水平距離は X_1 [m]であった。次に、1 mの高さから小球を20m/sの速さで水平に投げ出したとき、投げ出した点の真下の地点から、小球の落下地点までの水平距離は X_2 [m]であった。

X_1 と X_2 の間の大小関係についての記述として最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。ただし、空気抵抗は無視できるものとする。解答番号は

- 1 X_1 と X_2 の間の大小関係は、小球の質量による。
- 2 X_1 と X_2 の間に定まった大小関係はない。
- 3 $X_1 = X_2$ である。
- 4 $X_1 > X_2$ である。
- 5 $X_1 < X_2$ である。

(7) 下図のように、振動源に取り付けられた長さ1.2mの弦が、おもりと滑車を用いて張力が一定になるように張られている。振動源を振動させたところ、弦に定常波ができ、その腹の数は3個であった。弦を伝わる波の速さが24m/sのとき、振動源の振動数として正しいものはどれか。1～5から一つ選べ。ただし、振動源と滑車の位置には定常波の節ができるものとする。

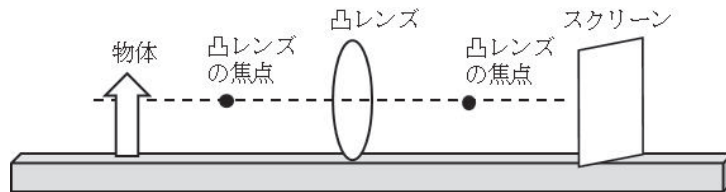
解答番号は



- 1 10Hz
- 2 20Hz
- 3 30Hz
- 4 40Hz
- 5 60Hz

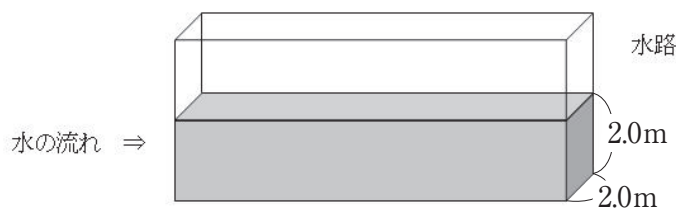
(8) 下図のような装置において、物体やスクリーンを動かし、凸レンズによってできる像の位置、大きさ、向きの関係を調べた。次の記述のうち、誤っているものはどれか。

1～5から一つ選べ。解答番号は



- 1 物体が焦点よりも外側にある場合は、スクリーン上に実像をつくることができる。
- 2 物体が凸レンズと焦点の間にある場合は、スクリーン上に実像はできない。
- 3 スクリーン上にできる実像は、物体と上下が逆向きである。
- 4 スクリーン上に実像ができる場合、その実像の位置は、物体の位置が焦点から離れるほど、物体と反対側の焦点に近づく。
- 5 スクリーン上にできる実像の大きさが、物体よりも小さくなることはない。

(9) 下図のような幅2.0mの水路に5.0秒間で20kLの割合で水を流したとき、水深が2.0mで一定であった。これを、水の粒子がすべて同じ速さで同じ向きに流れているとして考え、水の粒子が移動する速さを「流速」とする。流れた水の「流速」として最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は

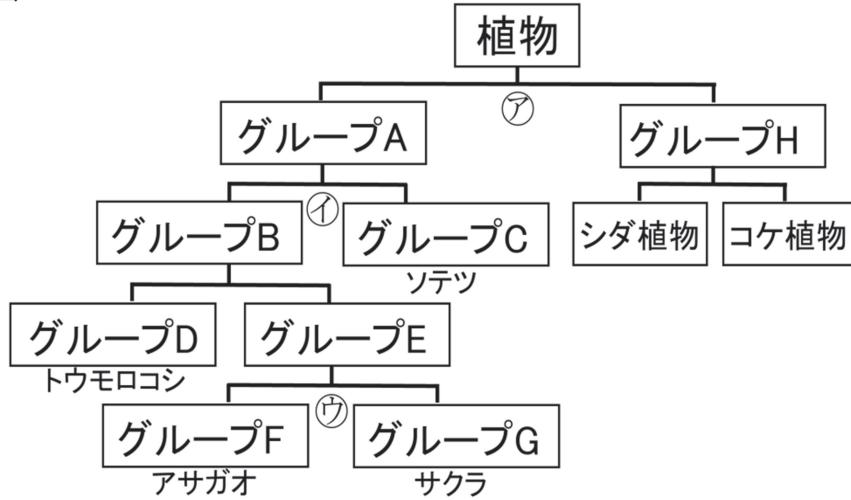


- | | | | | | |
|---|---------------------------------|---|---------------------------------|---|------------------|
| 1 | $1.0 \times 10^{-2} \text{m/s}$ | 2 | $1.0 \times 10^{-1} \text{m/s}$ | 3 | 1.0m/s |
| 4 | 10m/s | 5 | $1.0 \times 10^2 \text{m/s}$ | | |

2 次の(1)～(4)の問いに答えよ。

(1) 図1は、植物をグループA～Hになかま分けしたもので、㉖～㉙には、植物をなかま分けするときの基準が入るようになっている。ただし、図1に示したソテツはグループC、トウモロコシはグループD、アサガオはグループF、サクラはグループGに含まれる。次の問いに答えよ。

図1



ア 図1の㉖～㉙に入る、植物をなかま分けするときの基準の正しい組合せはどれか。
1～5から一つ選べ。解答番号は

- ① 胚珠が子房に包まれているか、いないか。
- ② 維管束があるか、ないか。
- ③ 光合成をするか、しないか。
- ④ 種子によってなかまをふやすか、ふやさないか。
- ⑤ 花弁が分かれているか、つながっているか。
- ⑥ 根、茎、葉の区別があるか、ないか。

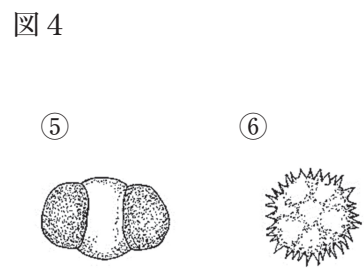
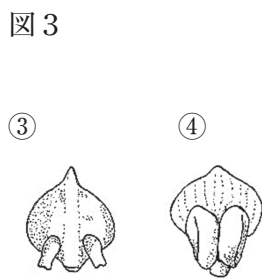
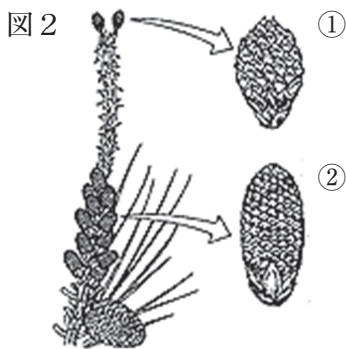
	㉖	㉗	㉘
1	②	①	③
2	②	⑥	⑤
3	③	②	⑥
4	④	①	⑤
5	④	②	⑥

イ 次の特徴のうち、グループEの植物の特徴に当てはまるものをすべて選んだ組合せはどれか。
 1～5から一つ選べ。解答番号は

- ① 葉脈は、平行脈である。
- ② 葉脈は、網状脈である。
- ③ 主根と側根をもつ。
- ④ ひげ根をもつ。
- ⑤ 茎内部の維管束の配置は、茎全体に散在している。
- ⑥ 茎内部の維管束の配置は、輪状に並んでいる。

- 1 ① ③ ⑤
- 2 ① ④ ⑤
- 3 ② ③ ⑤
- 4 ② ③ ⑥
- 5 ② ④ ⑥

ウ 図2はマツの花、図3はマツの雄花のりん片と雌花のりん片、図4は2種類の植物の花粉をそれぞれスケッチしたものである。図2の①と②、図3の③と④、図4の⑤と⑥のうち、将来まつかさになる部分と雄花のりん片、マツの花粉を示したものの組合せとして、最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は



- | | まつかさになる部分 | 雄花のりん片 | マツの花粉 |
|---|-----------|--------|-------|
| 1 | ① | ③ | ⑥ |
| 2 | ① | ④ | ⑤ |
| 3 | ② | ③ | ⑤ |
| 4 | ② | ④ | ⑤ |
| 5 | ② | ④ | ⑥ |

(2) 地球上に存在するすべての生物のからだは、細胞からできている。A 真核生物の細胞には、さまざまな細胞小器官が含まれている。細胞小器官の1つである (B) は、酸素を使って有機物を分解する原核生物が細胞の内部に取り込まれて生じたと考えられている。また、光合成を行う生物がもつ細胞小器官である (C) は、シアノバクテリアが細胞の内部に取り込まれて生じたと考えられている。この考え方を細胞内共生説 (共生説) という。

生物は、1個の細胞が1個体をなしている単細胞生物と、多数の細胞が集まって1つのからだを構成しているD 多細胞生物に分けることができる。次の問いに答えよ。

ア 下線部Aの真核生物について、次の生物①～⑤のうち真核生物の組合せとして、最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は

- ① 大腸菌 ② 酵母菌 ③ ゾウリムシ
④ ネンジュモ ⑤ カナダモ

- 1 ① ② ④
2 ① ③ ⑤
3 ① ④ ⑤
4 ② ③ ④
5 ② ③ ⑤

イ 文章中の (B)、(C) に入る細胞小器官の組合せとして、最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は

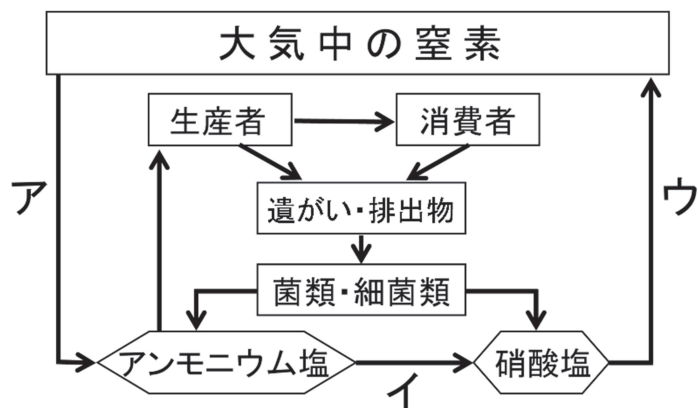
- | | B | C |
|---|---------|---------|
| 1 | リボソーム | ミトコンドリア |
| 2 | リボソーム | 葉緑体 |
| 3 | ミトコンドリア | ゴルジ体 |
| 4 | ミトコンドリア | 葉緑体 |
| 5 | 葉緑体 | ゴルジ体 |

ウ 次の①～④の生物の中で、下線部Dの多細胞生物に当てはまるものをすべて選んだ組合せはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は

- ① アオミドロ ② クラミドモナス ③ ミドリムシ ④ ミジンコ

- 1 ① ③
 2 ① ④
 3 ② ③
 4 ② ④
 5 ③ ④

(3) 次の図は、自然界における窒素の循環を模式的に示したものである。次の問いに答えよ。



ア 図中の矢印ア～ウのはたらきを示す組合せとして、最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は

- | | ア | イ | ウ |
|---|------|------|------|
| 1 | 硝化 | 窒素固定 | 脱窒 |
| 2 | 脱窒 | 硝化 | 窒素固定 |
| 3 | 窒素固定 | 硝化 | 脱窒 |
| 4 | 硝化 | 脱窒 | 窒素固定 |
| 5 | 窒素固定 | 脱窒 | 硝化 |

イ 図中の矢印アのはたらきを行う生物を次の①～⑤からすべて選んだとき、正しい組合せはどれか。
1～5から一つ選べ。解答番号は

- ① 根粒菌 ② 酵母菌 ③ アゾトバクター
④ クロストリジウム ⑤ 乳酸菌

- 1 ② ④
2 ③ ⑤
3 ① ② ⑤
4 ① ③ ④
5 ② ③ ④

(4) ヒトの肝臓は、成人の場合、約1～2kgあり、体内で最大の内臓である。ヒトの肝臓のはたらきには、A解毒作用やB栄養物質の合成・分解、C消化液の生成などがある。次の問いに答えよ。

ア 次の文は、下線部Aについて述べたものである。文中の (①) ～ (③) に入る語句の組合せとして、最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は

ヒトの体内でアミノ酸が分解されると有害な (①) が生成される。(①) は肝臓で毒性が低い (②) に変えられ、(③) で濃縮されて排泄される。

- | | ① | ② | ③ |
|---|----------|----------|-----|
| 1 | アンモニア | 尿素 | 腎臓 |
| 2 | アンモニア | タンパク質 | 胆のう |
| 3 | アンモニア | アセトアルデヒド | 腎臓 |
| 4 | アセトアルデヒド | 尿素 | すい臓 |
| 5 | アセトアルデヒド | タンパク質 | 胆のう |

イ 次の文は、下線部Bについて述べたものである。文中の (①) ~ (③) に入る語句の組合せとして、最も適切なものはどれか。1 ~ 5 から一つ選べ。解答番号は

(①) は、小腸で吸収された後、(②) を経て肝臓に入り、その一部は (③) に合成されて肝臓に貯蔵される。貯蔵されたものは必要に応じて (①) に分解され、血液中の血糖量を一定に保つ。

- | | ① | ② | ③ |
|---|------|-----|---------|
| 1 | ブドウ糖 | 肝動脈 | モノグリセリド |
| 2 | ブドウ糖 | 肝動脈 | グリコーゲン |
| 3 | ブドウ糖 | 肝門脈 | グリコーゲン |
| 4 | アミノ酸 | 肝門脈 | モノグリセリド |
| 5 | アミノ酸 | 肝動脈 | モノグリセリド |

ウ 下線部Cについて、ヒトの肝臓で生成される消化液が働きかける栄養素として、最も適切なものはどれか。1 ~ 5 から一つ選べ。解答番号は

- 1 脂肪
- 2 デンプン
- 3 デンプンとタンパク質と脂肪
- 4 タンパク質
- 5 デンプンとタンパク質

3 次の(1)～(9)の問いに答えよ。

(1) 1735～1743年にフランス学士院は、低緯度のペルー（現在のエクアドル）と高緯度のラプラント（現在のフィンランド）に測量隊を派遣し、緯度差 1° の距離（経線弧の長さ）を測量した結果、次の表に示す値を得た。これを説明する図として、回転楕円体と考えられる地球の姿を強調して描いたとき、最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は

場所	緯度	緯度差 1° の距離 (経線弧の長さ)
ラプラント	66° N付近	111.9km
ペルー	1° S付近	110.6km

<p>1</p>	<p>2</p>
<p>3</p>	<p>4</p>
<p>5</p>	

(2) 岩石について述べた次の A～C の正誤の組合せとして最も適切なものはどれか。1～5 から一つ選べ。解答番号は

A 枕状溶岩は、水中での噴火活動の証拠と考えられる。

B 一般に、花こう岩は斑れい岩よりも有色鉱物の量が少なく、白っぽい。

C 火成岩の薄片を顕微鏡で観察したときに作成した①、②のスケッチのうち、深成岩であると考えられるのは②である。

著作権保護の観点により、図表を掲載いたしません。

出典：『新地学教育講座 4』地学団体研究会 編
舟橋三男 監修 東海大学出版会
47ページ

	A	B	C
1	正	正	正
2	正	正	誤
3	正	誤	誤
4	誤	正	誤
5	誤	誤	正

(3) 先カンブリア時代について述べた次のA～Cのうち、正しいもののみをすべて選んでいるものはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は

A 先カンブリア時代に光合成を行う生物が出現し、海中にとけていた鉄イオンが酸化されて縞状鉄鉱層が形成されたと考えられている。

B 先カンブリア時代の赤道付近で形成された地層に氷河性の堆積物が見られることから、地球全体が氷で覆われていた時期があったと考えられている。

C 先カンブリア時代の末には、バージェス動物群と呼ばれるさまざまな形態をした無脊椎動物が出現したと考えられている。

1 A

2 B

3 AとB

4 BとC

5 AとBとC

(4) 地球史について述べた次の文中の空欄に入る語の組合せとして最も適切なものはどれか。

1～5から一つ選べ。解答番号は

先カンブリア時代に続く古生代は6つに細分される。最古の陸上植物はシダ植物のクックソニアであり、紀の地層から発見されている。デボン紀になると、両生類のが陸上に進出した。紀には、ロボクやリンボクなどの大型のシダ植物が繁栄し、大森林を形成した。下の想像図①と想像図②のうち、クックソニアを示しているのはであり、もう一方はリンボクを示している。古生代の最後は紀であり、この頃になるとシダ植物に代わり裸子植物が栄えるようになった。

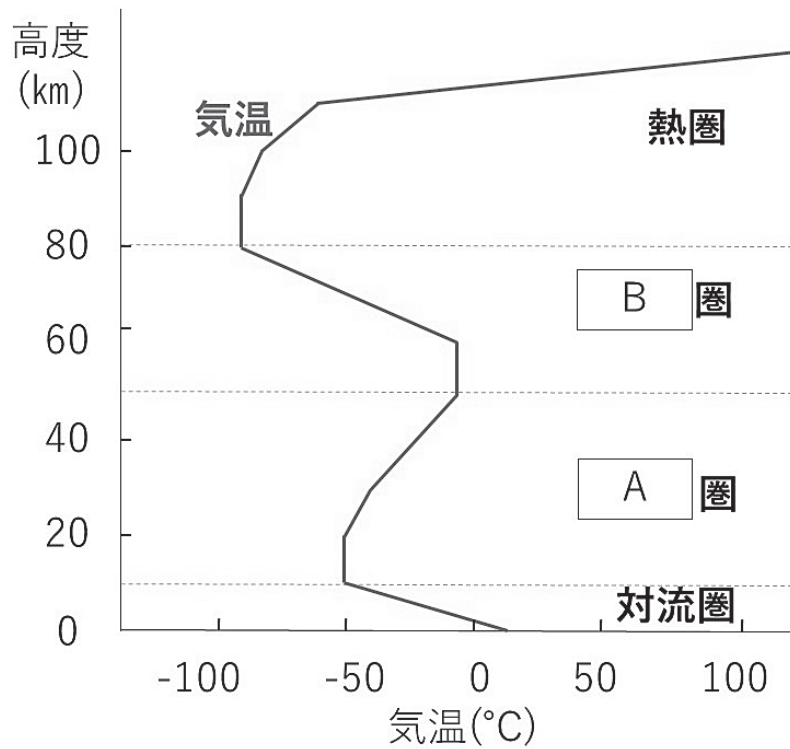
著作権保護の観点により、図表を掲載いたしません。

出典：『古生物学各論』徳永重元 大森昌衛 編集
井尻正二 監修 築地書館
61ページ、65ページ

	A	B	C	D	E
1	シルル	イクチオステガ	石炭	想像図①	ペルム (二畳)
2	シルル	アノマロカリス	石炭	想像図②	ペルム (二畳)
3	オルドビス	イクチオステガ	シルル	想像図①	石炭
4	オルドビス	アノマロカリス	シルル	想像図②	石炭
5	カンブリア	イクチオステガ	石炭	想像図②	ペルム (二畳)

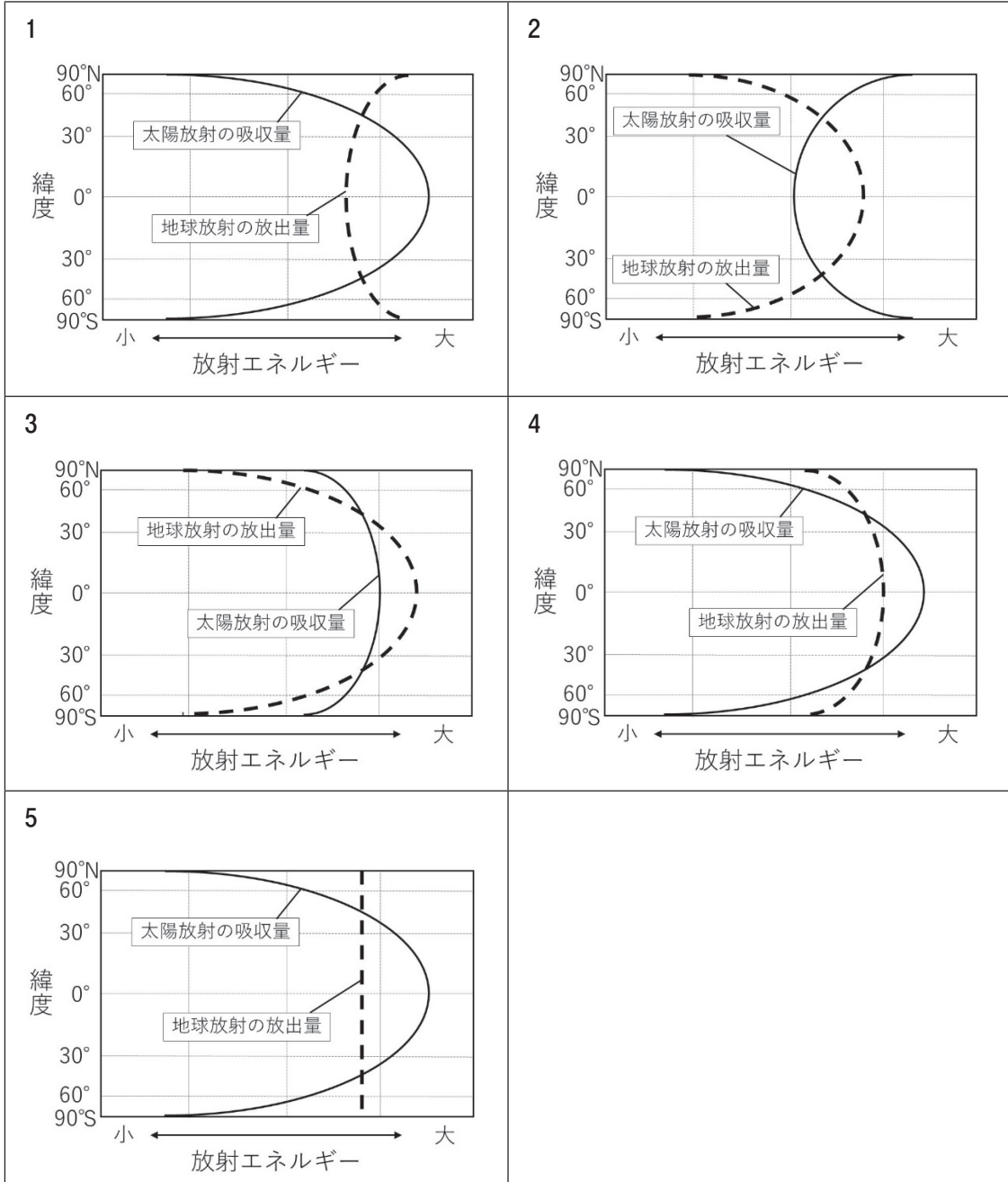
(5) 大気圏の構造について述べた次の文中および図中の空欄に入る語や数値の組合せとして最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は

窒素、酸素、二酸化炭素、水蒸気などの気体が、地球を取り巻く大気を構成している。下図は大気圏の気温分布を示しており、地表から順に対流圏、 圏、 圏、熱圏と呼ばれている。また、高度が5.5km増すごとに気圧が約2分の1になるとすると、44kmの高さでは、気圧は地表の 倍になると考えられる。



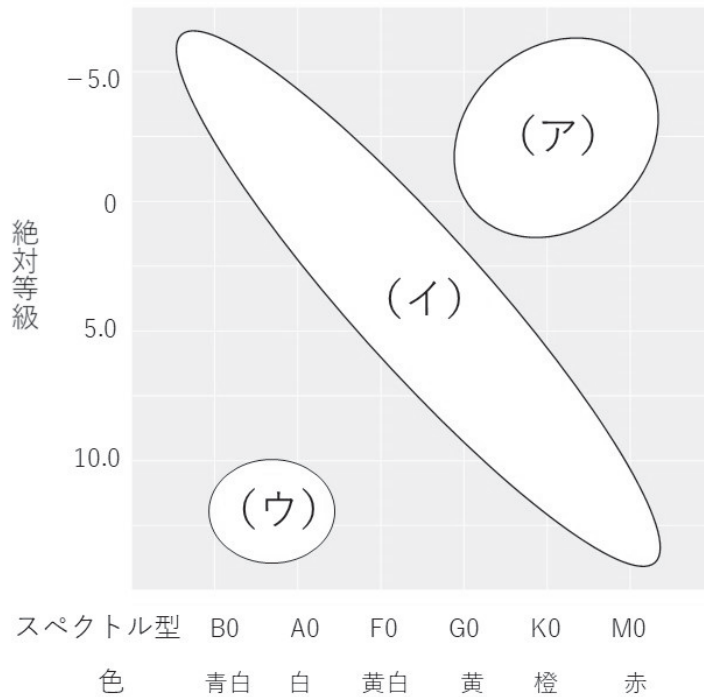
	A	B	C
1	中間	成層	$\frac{1}{8}$
2	中間	成層	$\frac{1}{64}$
3	中間	成層	$\frac{1}{256}$
4	成層	中間	$\frac{1}{8}$
5	成層	中間	$\frac{1}{256}$

(6) 地球は太陽からエネルギーを得ているが、太陽放射の吸収量は緯度によって異なる。一方、地球からも地球放射としてその表面から宇宙にエネルギーを放出している。太陽放射の吸収量と地球放射の放出量の緯度分布を模式的に表した場合、最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は



(7) HR図（ヘルツシュプルング・ラッセル図）について述べた次の文中の空欄に入る語句や記号の組合せとして最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は

下図のように、縦軸に絶対等級を、横軸にスペクトル型をとった図をHR図という。この図では、右にある恒星ほど表面温度が 。一般に、HR図の右上部分（ア）に分布する恒星を 、HR図の左上から右下にかけて（イ）分布する恒星を主系列星、HR図の左下（ウ）に分布する恒星を と呼び、太陽程度の質量をもつ恒星は、 の順に進化する。



- | | A | B | C | D |
|---|----|------|------|-----------------|
| 1 | 低い | 赤色巨星 | 白色矮星 | (イ) → (ア) → (ウ) |
| 2 | 低い | 白色矮星 | 赤色巨星 | (ア) → (イ) → (ウ) |
| 3 | 高い | 白色矮星 | 赤色巨星 | (ウ) → (イ) → (ア) |
| 4 | 高い | 赤色巨星 | 白色矮星 | (イ) → (ア) → (ウ) |
| 5 | 低い | 赤色巨星 | 白色矮星 | (ア) → (イ) → (ウ) |

(8) 1929年にハッブルは、遠くの銀河ほど後退速度（遠ざかる速度）が大きいということを発見した。これをハッブルの法則という。銀河が遠ざかる速度を v 、銀河までの距離を r とすると、ハッブルの法則は、

$$v = Hr$$

という式で表され、比例定数の H をハッブル定数という。

ハッブル定数が20km/s/100万光年だとすると、宇宙の年齢はおよそ何年と考えられるか。最も適切なものを1～5から一つ選べ。ただし、光速を30万 km/sとする。解答番号は

- 1 1.0×10^{10} 年
- 2 1.5×10^{10} 年
- 3 2.0×10^{10} 年
- 4 1.0×10^{12} 年
- 5 1.5×10^{12} 年

(9) 2018年には火星が地球に大接近する。次のページにある「2018年の火星に関する表」を参考に、火星の様子について述べた次のA～Cの正誤の組合せとして最も適切なものを1～5から一つ選べ。解答番号は

- A 火星が地球に最接近しても、地球から火星までの距離は地球から太陽までの距離より遠い。
B 火星などの惑星が、天球上を西から東へ移動することを「逆行」という。
C 7月11日の火星の明るさは、見かけの等級が0等級の星の10倍の明るさである。

- | | A | B | C |
|---|---|---|---|
| 1 | 正 | 正 | 誤 |
| 2 | 正 | 誤 | 誤 |
| 3 | 誤 | 正 | 正 |
| 4 | 誤 | 誤 | 正 |
| 5 | 誤 | 誤 | 誤 |

2018年の火星に関する表（4月2日～9月29日）

月 日	赤経 (H m)	赤緯 (° ′)	距離 (天文単位)	等級	視半径 (′)
4 2	18 37.5	-23 32	1.10	+0.3	4.3
4 12	19 1.0	-23 21	1.01	+0.1	4.6
4 22	19 23.3	-23 2	0.92	-0.2	5.1
5 2	19 44.1	-22 39	0.84	-0.4	5.6
5 12	20 3.2	-22 15	0.76	-0.7	6.2
5 22	20 19.9	-21 55	0.68	-0.9	6.9
6 1	20 33.9	-21 43	0.61	-1.2	7.6
6 11	20 44.4	-21 45	0.55	-1.5	8.5
6 21	20 50.6	-22 6	0.49	-1.8	9.5
7 1	20 51.9	-22 48	0.45	-2.2	10.4
7 11	20 48.0	-23 46	0.41	-2.5	11.3
7 21	20 39.4	-24 52	0.39	-2.7	11.9
7 31	20 28.3	-25 49	0.38	-2.8	12.2
8 10	20 17.6	-26 24	0.39	-2.6	12.0
8 20	20 10.3	-26 28	0.41	-2.4	11.4
8 30	20 8.3	-26 5	0.44	-2.2	10.6
9 9	20 12.0	-25 18	0.48	-1.9	9.7
9 19	20 21.0	-24 13	0.53	-1.6	8.9
9 29	20 34.3	-22 51	0.58	-1.4	8.1

天文年鑑2018「火星のこよみ」より作成（各値は地球時0時のもの）

赤経・赤緯：場所や日時に関係なく、天球上の位置を表す

距離：地球－火星間の距離

等級：火星の見た目の明るさ

視半径：火星の見た目の大きさ

4 次の(1)～(10)の問いに答えよ。ただし、気体定数 $R = 8.31 \text{ J}/(\text{mol}\cdot\text{K})$ 、ファラデー定数 $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ 、 $1 \text{ kg 重} = 9.81 \text{ N}$ とし、原子量は次のとおりとする。

H = 1.0、C = 12、O = 16、Na = 23

(1) 次の分子のうち、非共有電子対の数が最も多いものはどれか。1～5から一つ選べ。

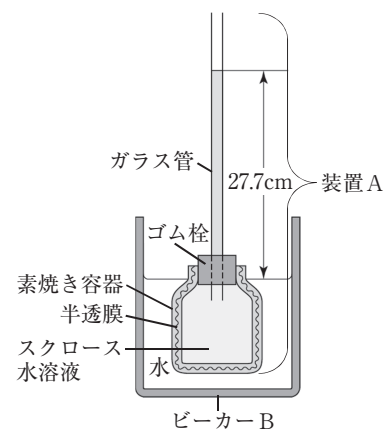
解答番号は

- 1 エタノール
- 2 塩素
- 3 酢酸
- 4 硝酸
- 5 二酸化炭素

(2) 容積が一定の容器中に水 0.300 mol と窒素 0.700 mol を入れて容器を密閉し、容器内の温度を 127°C に保ったところ、容器内の物質はすべて気体となり、容器内の圧力は $2.00 \times 10^5 \text{ Pa}$ となった。この容器を密閉したまま容器内の温度を 77°C に保ったとき、容器内の圧力はいくらになったと考えられるか。最も近いものを、1～5から一つ選べ。ただし、 77°C における飽和水蒸気圧を $4.19 \times 10^4 \text{ Pa}$ とし、窒素は水に溶解しないものとする。解答番号は

- 1 $1.50 \times 10^5 \text{ Pa}$
- 2 $1.57 \times 10^5 \text{ Pa}$
- 3 $1.64 \times 10^5 \text{ Pa}$
- 4 $1.75 \times 10^5 \text{ Pa}$
- 5 $1.92 \times 10^5 \text{ Pa}$

(3) あらかじめヘキサシアノ鉄(Ⅱ)酸銅(Ⅱ)の半透膜を素焼きの細孔中につけておいた素焼き容器に細長いガラス管をつけた装置Aを準備し、スクロース水溶液を装置Aに入れ、右図のように、ビーカーBの純水中に装置Aを沈めた。ビーカーBの水面と装置Aのガラス管内のスクロース水溶液の液面の高さを合わせてから装置Aを固定して、しばらく放置したところ、ガラス管内のスクロース水溶液の液面の高さが徐々に上がり、やがてガラス管内のスクロース水溶液の液面の高さがビーカーBの水面から27.7cmまで上昇したところで液面上昇が止まった。この時のビーカーの



純水の温度を測定したところ、27℃であった。また、上の実験とは別に、素焼き容器に入れたスクロース水溶液の密度を測定したところ、 1.00 g/cm^3 であった。装置Aの中のスクロース水溶液のモル濃度はいくらであったと考えられるか。最も近いものを、1～5から一つ選べ。ただし、液面上昇に伴う水溶液の濃度変化は無視できるものとする。解答番号は

- 1 $1.09 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$
- 2 $3.27 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$
- 3 $1.09 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$
- 4 $3.27 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$
- 5 $5.44 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$

(4) グルコース(固体)が燃焼して水(液体)と二酸化炭素(気体)になるときの燃焼熱は、2805 kJ/molである。また、水素(気体)が燃焼して水(液体)になるときの燃焼熱は、286 kJ/molであり、黒鉛(固体)が燃焼して二酸化炭素(気体)になるときの燃焼熱は、394 kJ/molである。グルコースの生成熱として正しいものはどれか。最も近いものを、1～5から一つ選べ。ただし、生成熱は、単体から化合物1 molを生成するときが発生する熱量を表すものとする。

解答番号は

- 1 -2125 kJ/mol
- 2 -1275 kJ/mol
- 3 660 kJ/mol
- 4 1275 kJ/mol
- 5 2125 kJ/mol

- (5) 四酸化二窒素 N_2O_4 0.15mol を、内容積8.31 L の真空容器中に入れて27°C に保ったところ、次の①式で表される平衡状態に達した。



このとき容器内の気体の圧力はいくらになったと考えられるか。最も近いものを、1～5 から一つ選べ。ただし、27°C において、①式の反応の圧平衡定数 K_p は $1.5 \times 10^4 \text{ Pa}$ である。

解答番号は

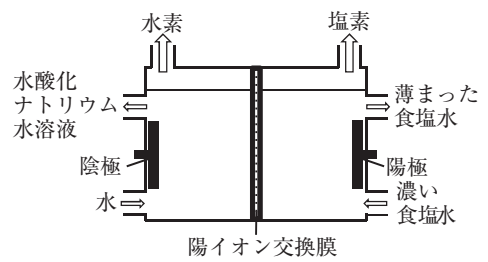
- 1 $4.5 \times 10^4 \text{ Pa}$
- 2 $5.6 \times 10^4 \text{ Pa}$
- 3 $6.8 \times 10^4 \text{ Pa}$
- 4 $7.9 \times 10^4 \text{ Pa}$
- 5 $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$

- (6) 0.100mol/L の水酸化バリウム水溶液1.00 L に二酸化炭素を吹き込んで、二酸化炭素を完全に吸収させた。この水溶液を十分静置して、生じた固体を完全に沈殿させた後、上澄み液10.0mL をホールピペットで量り取り、0.100mol/L の希塩酸で滴定したところ、6.00mL を要した。吸収させた二酸化炭素の質量はいくらであったと考えられるか。最も近いものを、1～5 から一つ選べ。

解答番号は

- 1 2.64 g
- 2 3.08 g
- 3 4.40 g
- 4 5.28 g
- 5 6.16 g

(7) 右の図は、電気分解によって水酸化ナトリウムを製造するための装置を模式的に表したものである。電極の間は、陽イオンだけが通過することができる陽イオン交換膜で仕切られている。この装置で2.00 Aの電流を32分10秒流した時に陰極側で生成した水酸化ナトリウムの質量はいくらか。最も近いものを、1～5から一つ選べ。解答番号は



- 1 1.60 g
- 2 3.20 g
- 3 16.0 g
- 4 32.0 g
- 5 160 g

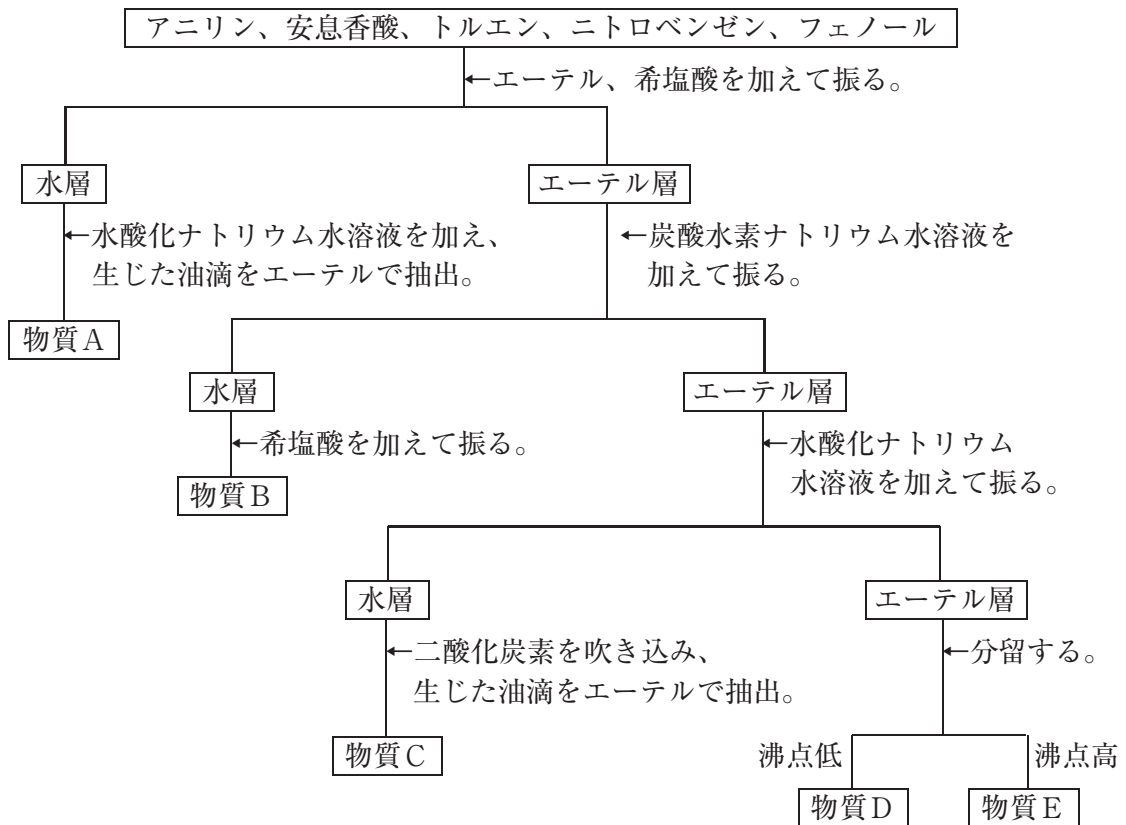
(8) 塩化水素の製法と捕集法の組合せとして最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は

	製法	捕集法
1	酸化マンガン (IV) に濃塩酸を加えて加熱する。	上方置換
2	酸化マンガン (IV) に濃塩酸を加えて加熱する。	下方置換
3	酸化マンガン (IV) に濃塩酸を加えて加熱する。	水上置換
4	塩化ナトリウムに濃硫酸を加えて加熱する。	上方置換
5	塩化ナトリウムに濃硫酸を加えて加熱する。	下方置換

(9) 次の物質のうち、塩化鉄 (III) 水溶液を加えても色が変わらないものはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は

- 1 アセチルサリチル酸
- 2 *o*-クレゾール
- 3 サリチル酸メチル
- 4 フェノール
- 5 1-ナフトール

(10) アニリン、安息香酸、トルエン、ニトロベンゼン、フェノールの混合物から、下図の操作により各物質に分離した。下図の物質Cと物質Eに当てはまる物質の組合せはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は



	物質C	物質E
1	アニリン	トルエン
2	安息香酸	トルエン
3	安息香酸	ニトロベンゼン
4	フェノール	トルエン
5	フェノール	ニトロベンゼン

5 天然高分子化合物に関する文章を読み、下の(1)～(7)の問いに答えよ。

天然高分子化合物には、核酸、多糖類、タンパク質などがある。生命活動を支える重要な物質であるタンパク質は、遺伝情報に基づいて約20種類の α -アミノ酸が(ア)結合してできた高分子化合物である。

それぞれのタンパク質の示す性質は、構成するアミノ酸の種類、数量、結合順序によって決まる。遺伝情報に基づいてアミノ酸が共有結合してできた構造を(イ)構造という。さらに、部分的構造が規則的な立体構造、例えば、 α -ヘリックスとよばれる(ウ)構造や β -シート構造などの二次構造を形成する。

こうしてできたタンパク質は、アミノ酸に由来する官能基によりタンパク質特有の等電点をもち、一定の高次構造を形成し、生理的条件下で一定である。また、タンパク質は、加熱や化学薬品に弱く、タンパク質に熱、酸、塩基、アルコール、重金属イオンなどを作用させると、タンパク質の立体構造が変化して、凝固したり沈殿したりする。この現象をタンパク質の(エ)という。タンパク質からなる酵素は、触媒としての機能を持つが、高次構造が破壊されれば、生理活性を失ってしまう(失活)。

タンパク質は形状から(オ)タンパク質と(カ)タンパク質の2つに大別される。(オ)タンパク質の例としては、細胞核でDNAと染色体を構成するヒストンや、小麦や米などに含まれるグルテリンがあげられる。(カ)タンパク質の例としては、皮膚などに含まれるコラーゲンや、毛やつめなどに含まれるケラチンがあげられる。また、構成成分で分類すると、加水分解によって α -アミノ酸のみを生じる(キ)タンパク質と、 α -アミノ酸以外に糖類、色素、核酸、脂質、リン酸などを生じる(ク)タンパク質がある。例えば、血液中に含まれるヘモグロビンは色素と結合した(ク)タンパク質である。

(1) 文章中の空欄(ア)～(ク)に適する語句をそれぞれ答えよ。

(2) アミノ酸には一般の有機化合物に比べて融点や沸点が高く、水には溶けやすいが、有機溶媒には溶けにくいものが多い。その理由をアミノ酸の構造から説明せよ。

(3) アラニンは水溶液中で次のような3つの状態をとり、それぞれA、B、Cとする。

A	B	C
$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ {}^+\text{H}_3\text{N} - \text{C} - \text{COOH} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ {}^+\text{H}_3\text{N} - \text{C} - \text{COO}^- \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}_2\text{N} - \text{C} - \text{COO}^- \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$

これらは式1、式2のように電離し、それぞれの平衡定数は、 $K_1 = 4.0 \times 10^{-3} \text{mol/L}$ 、 $K_2 = 2.5 \times 10^{-10} \text{mol/L}$ である。ただし、 $\log_{10} 2 = 0.30$ 、 $\log_{10} 3 = 0.48$ とする。



- ① アラニンの等電点を求めよ。
- ② pH7.0における [A] : [B] : [C] の比を求めよ。ただし、解答はもっとも割合の大きい分子を1として解答せよ。
- ③ 0.10mol/Lのアラニン水溶液10mLに0.10mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液5.0mL加えた。この溶液のpHを小数第1位まで求めよ。

(4) イオン交換樹脂は、酸性または塩基性の官能基をもつ多孔質の合成樹脂で、電解質水溶液をいれると、水溶液中のイオンと樹脂中のイオンが入れ替わる性質をもつ。イソロイシン、アスパラギン酸およびリシンの3種類が混合されたアミノ酸水溶液をpH7.0に調製し、陽イオン交換樹脂をつめたカラムに通した。このとき、流出液に含まれるアミノ酸は次のうちどれか。記号ア～キから適するものを1つ答えよ。各アミノ酸の等電点は表に示す。

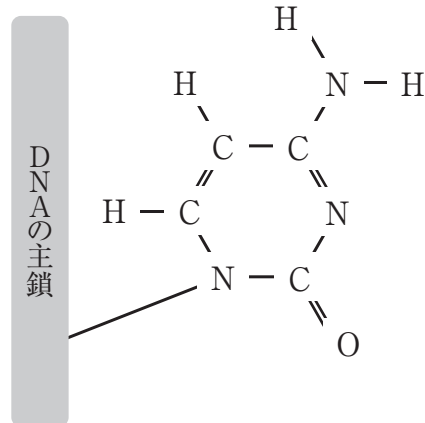
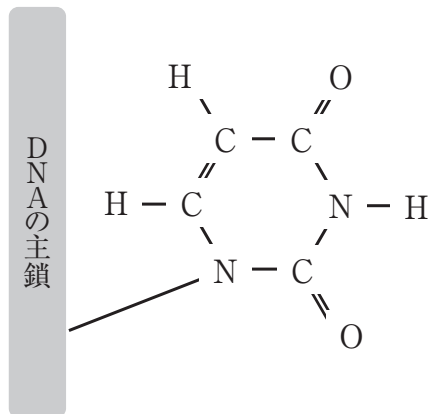
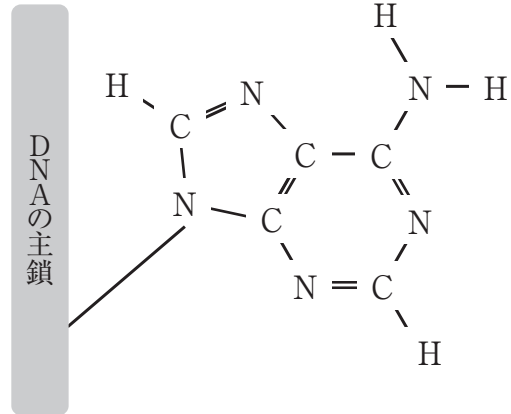
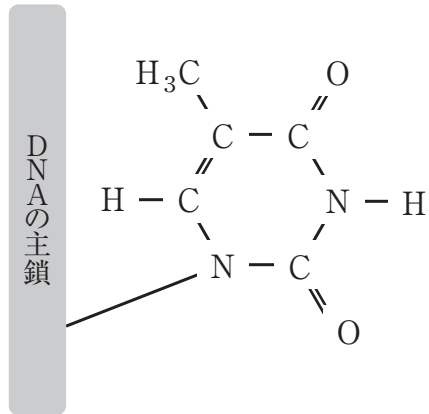
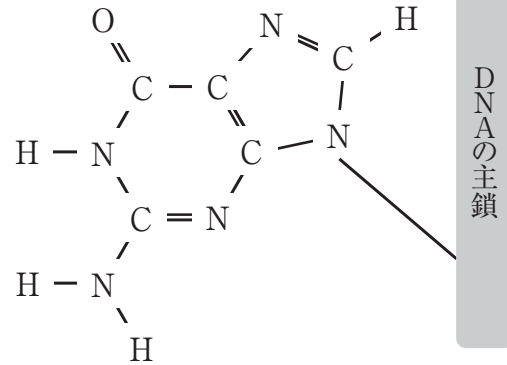
アミノ酸	等電点
イソロイシン	6.0
アスパラギン酸	2.8
リシン	9.7

- | | |
|--------------|------------------|
| ア イソロイシンのみ | イ アスパラギン酸のみ |
| ウ リシンのみ | エ イソロイシンとアスパラギン酸 |
| オ イソロイシンとリシン | カ アスパラギン酸とリシン |
| キ 3種類すべて | |

- (5) グルタミン酸1分子とアラニン2分子からなる鎖状トリペプチドは何種類できるか。ただし光学異性体は考慮しなくてよい。
- (6) タンパク質に関するア～オの記述のうち、下線部が誤っているものをすべて選び記号で答えよ。
- ア タンパク質の水溶液に硫酸ナトリウム水溶液を加えると沈殿が生じた。この現象を塩析という。
- イ 酵素はタンパク質の一種であり、生体内の反応を速やかに進めるための触媒作用がある。その触媒作用は温度やpHの影響を受けやすく、0℃付近に冷却すると常温に戻しても、そのはたらきは失われる。
- ウ タンパク質の水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えたのち、硫酸銅(Ⅱ)水溶液を少量加えると、赤紫色に呈色する。この反応はタンパク質中の硫黄の検出に用いられる。
- エ 絹はタンパク質からできている繊維である。これと似た構造をもつ合成繊維として、ナイロン66があり、ヘキサメチレンジアミンとアジピン酸の縮合重合からつくられる。
- オ アミノ酸は無水酢酸と反応してエステルを形成する。

(7) 遺伝情報を担う生体高分子のひとつが核酸である。

- ① DNA分子は、互いに逆方向の2本のポリヌクレオチドが右巻きの軸をもつらせんを形成した立体構造を持つ。2本のポリヌクレオチド鎖はヌクレオチド塩基間の水素結合によって結びついている。一方のヌクレオチド塩基の構造が、右図の構造であるとき、対応するヌクレオチド塩基はどれか。適切なものを以下の中から1つ選び、適切な向きで書き込み、水素結合を形成する原子間を……で示せ。



- ② 一般に、DNAの二重らせん中に含まれる塩基対の割合によって、二本鎖DNAが加熱によってほどけるときに必要なエネルギーが異なる。二本鎖DNAを形成するヌクレオチドの数が一定である場合、加熱によってほどけるのに必要なエネルギーが大きくなるのは、どの塩基対の割合が多くなるときか。対を形成する塩基のそれぞれの名称と、その理由を答えよ。

