

◇ 理科基礎（化学基礎＋生物基礎）

理基4－1～理基4－16まで16ページあります。

必要があれば、原子量および定数は次の値を使うこと。

$H=1.0$, $O=16$, $S=32$, $Cu=64$

標準状態での気体のモル体積を 22.4 L/mol とする。

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

第 1 問 次の問い(問 1～3)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕

問 1 台所には、砂糖、食塩、重曹など様々な調味料類がある。砂糖の主成分はスクロースであり、その分子式は $C_{12}H_{22}O_{11}$ で表される。

(a) 食塩の主成分は塩化ナトリウムである。 また、(b) 重曹に食酢を加えると気体が発生する。 掃除のときに両者を使い分けると、様々な汚れを取るときに有効である。次の問い(a～c)に答えよ。

a ヒトがスクロース 1 g を摂取すると 4 kcal (キロカロリー) のエネルギーが得られる。成人一人が 1 日の活動に必要とするエネルギーを 2000 kcal としたとき、そのエネルギーはスクロース何 g 分に相当するか。最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。 g

- | | | |
|--------|--------|--------|
| ① 100 | ② 200 | ③ 500 |
| ④ 1000 | ⑤ 2000 | ⑥ 5000 |

b 下線部(a)に関連して、塩化ナトリウムに関する記述として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

- ① 結晶は硬いが、強い力を加えると割れやすい。
- ② 結晶においては、多数の原子が静電的な引力で引き合い、不規則に配列している。
- ③ 結晶は、ナトリウム原子と塩素原子の共有結合によって構成されている。
- ④ 固体の結晶を融解した液体は、電気を通さない。

- c 下線部(b)について説明した次の文章中の空欄 **ア** ～ **ウ** に当てはまる語の組合せとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

3

重曹に食酢を加えたときに発生する気体は、**ア** である。また、重曹は **イ** の汚れ物質と反応する一方、食酢は **ウ** の汚れ物質と反応するため、掃除のときに重曹と食酢を使い分けると、様々な汚れを取るのに有効である。

	ア	イ	ウ
①	二酸化炭素	酸性	塩基性
②	二酸化炭素	塩基性	酸性
③	酸素	酸性	塩基性
④	酸素	塩基性	酸性
⑤	水素	酸性	塩基性
⑥	水素	塩基性	酸性

- 問2 下線部の名称が元素名として使われているものとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 **4**

- ① 空気は、窒素、酸素、二酸化炭素、アルゴンなどの混合物である。
- ② 水銀の融点は、 -38.9°C である。
- ③ 生体内では、質量パーセントで約 65 %の酸素が存在する。
- ④ 塩素は、黄緑色の気体で酸化力をもつ。
- ⑤ 水を電気分解すると、水素と酸素が得られる。

問 3 日常生活の中には物質の様々な状態変化が見られる。次の現象 (a・b) に関連する状態変化の組合せとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 5

- a もちを焼くと、もちに含まれる水分が水蒸気になり、プクーっとふくらんだ。
- b 寒い冬の早朝、空気中の水蒸気が氷の粒に変化し、ダイヤモンドダストが観測された。

	a	b
①	凝 固	昇 華 (凝 華)
②	凝 固	凝 縮
③	融 解	凝 固
④	融 解	昇 華 (凝 華)
⑤	蒸 発	凝 縮
⑥	蒸 発	昇 華 (凝 華)

問題は次のページに続く

第 2 問 次の問い(問 1～5)に答えよ。〔解答番号 6 ～ 13〕

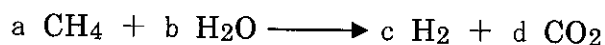
問 1 物質の量に関する次の記述 a～c について、正誤の組合せとして最も適切なものを、後の選択肢から一つ選べ。 6

- a 密閉ガラス容器内に鉄くぎと空気と少量の水を入れて放置したとき、鉄くぎが酸化されても容器全体の質量は変わらない。
- b 水素 1.0 g の体積は、0 °C, 1.013×10^5 Pa において、22.4 L である。
- c 一酸化炭素と酸素の混合気体から二酸化炭素が生成すると、気体分子の総物質量は増加する。

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

問 2 家庭用の燃料電池システムでは、メタンを主成分とする都市ガスを原料として水素が作られる。このことに関連する次の化学反応式中の係数 (a～d) に当てはまる数値として適切なものを、後の選択肢から一つずつ選べ。ただし、繰り返し同じ選択肢を選んでも良い。また、係数が 1 であり省略すべき場合にも①を選ぶものとする。

a—7, b—8, c—9, d—10



① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 6

問 3 モル濃度が最も高い酸または塩基の水溶液を，後の選択肢から一つ選べ。

11

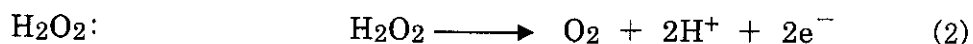
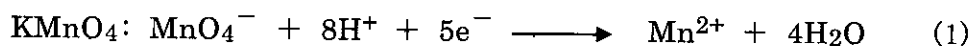
	酸または塩基の水溶液	溶質のモル質量 [g/mol]	質量パーセント濃度 [%]	密度 [g/cm ³]
①	アンモニア水	14.0	14.0	0.94
②	塩 酸	36.5	36.5	1.2
③	水酸化ナトリウム水溶液	40.0	40.0	1.4
④	濃硫酸	98.0	98.0	1.8

問 4 身近な物質の pH に関する記述として最も適当なものを，後の選択肢から一つ選べ。

12

- ① 炭酸水の pH は，血液の pH より大きい。
- ② 食酢の pH は，牛乳の pH より大きい。
- ③ レモン果汁の pH は，水道水の pH より大きい。
- ④ セッケン水の pH は，食塩水の pH より大きい。

問 5 過マンガン酸カリウム KMnO_4 と過酸化水素 H_2O_2 の酸化剤あるいは還元剤としてののはたらきは、電子を含む次のイオン反応式で表される。



過酸化水素 x [mol] を含む硫酸酸性水溶液に過マンガン酸カリウム水溶液を加えたところ、酸素が発生した。この反応における加えた過マンガン酸カリウムと、未反応の過酸化水素の物質量との関係は、図 2-1 のようになった。

反応前の過酸化水素の物質量 x は何 mol か。最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。 13 mol

- | | | | |
|---------|---------|---------|---------|
| ① 0.010 | ② 0.020 | ③ 0.040 | ④ 0.080 |
| ⑤ 0.10 | ⑥ 0.20 | ⑦ 0.40 | ⑧ 0.80 |

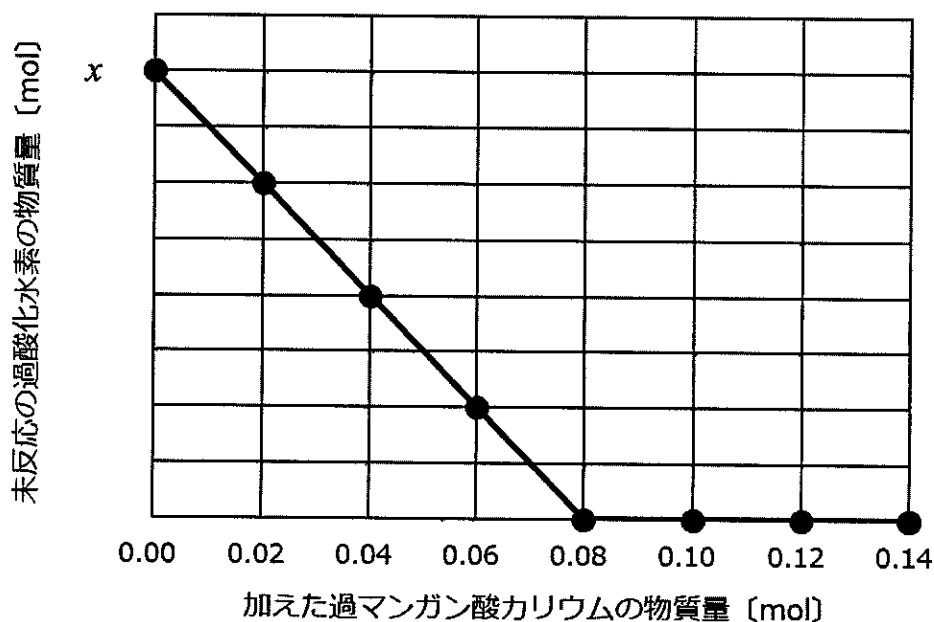


図 2-1 加えた過マンガン酸カリウムと、未反応の過酸化水素の物質量との関係

理科基礎の問題は次のページに続く。

第3問 生物の特徴に関する次の文章を読み、後の問い(問1～5)に答えよ。

〔解答番号 ～ 〕

地球上にはさまざまな環境があり (a) 多種多様な生物 が生活している。生物の形質が、世代を重ねて受け継がれていく過程で変化していくことを という。生物が共通性を持ちながらも多様なのは、 の過程で共通の祖先にはない形質をもつさまざまな生物が現れ、さまざまな環境に生活の場を広げていったためである。

生物は、細胞からできている。細胞は、内部に核を持たない (c) 原核細胞 と、核をもつ真核細胞とに大きく分けることができる。大腸菌などの細菌類の細胞は原核細胞、(d) 動物や植物の細胞 は真核細胞である。細胞が行う様々な (e) 生命活動にはエネルギーの消費が伴う。

問1 下線部 (a) に関連して、次のア～オのうち、全ての生物に共通する現象や構造の組合せとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

ア 遺伝 イ 細胞分裂 ウ 光合成 エ 代謝 オ 細胞膜

- ① ア, イ, ウ ② ア, ウ, エ ③ イ, ウ, オ
④ イ, エ, オ ⑤ ア, イ, ウ, エ ⑥ ア, イ, エ, オ

問2 に当てはまる語として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

① 進化 ② 遺伝 ③ 伝播 ④ 遷移 ⑤ 系統

問3 下線部 (c) に関連して、原核細胞の構造の特徴を述べた次の記述のうち誤りを含むものを、後の選択肢から一つ選べ。

- ① DNA をもたず、RNA を遺伝物質としてもつ。
② 染色体を取り囲む膜がない。
③ ミトコンドリアは存在しない。
④ 多くの場合、真核生物の細胞より小さい。

問 4 (d)に関連して、動物細胞と植物細胞の特徴を述べた次の記述のうち最も適切なものを、後の選択肢から一つ選べ。 17

- ① 動物細胞には、ゴルジ体は存在しない。
- ② 植物細胞には、細胞膜の外側に細胞壁がある。
- ③ 動物細胞の細胞膜は、植物細胞の細胞膜の半分の厚さしかない。
- ④ 植物細胞には、ミトコンドリアは存在しない。

問 5 (e)について述べた次の記述のうち最も適切なものを、後の選択肢から一つ選べ。 18

- ① 植物細胞では、光のエネルギーを利用して二酸化炭素と有機物から水と酸素が作り出される。
- ② 細胞内で合成された ATP は、ADP とリン酸に分解されてエネルギーが放出されるが、できた ADP は通常は再利用される。
- ③ 葉緑体をもたない生物は、エネルギーを蓄えている ATP を体外から取り込む必要がある。
- ④ 動物細胞では、有機物が二酸化炭素と反応して水を生じるときにエネルギーが取り出される。

第4問 腎臓のはたらきに関する次の文章を読み、後の問い（問1～5）に答えよ。

〔解答番号 19 ～ 23〕

ヒトの腎臓は、腹部の背中側に左右一対ある臓器である。腎臓1つ当たり約100万個のネフロンが存在し、血液成分のろ過と再吸収を行うことで尿を生成し、老廃物を体外に排泄（はいせつ）している。表1は、ヒトの血しょう、原尿、尿に含まれている各成分の濃度と濃縮率を示している。

また、腎臓は尿量を変化させることで血しょう中の塩分濃度を調節する。血しょう中の塩分濃度が上昇すると、アからのバソプレシン分泌が促進し、腎臓の集合管における水の再吸収がイ。その結果、血しょう中の塩分濃度が低下する。

表1 血しょう、原尿、尿の各種成分の濃度と濃縮率

成分	血しょう (g/L)	原尿 (g/L)	尿 (g/L)	濃縮率 (倍)
タンパク質	80	ウ	0	
グルコース	1.0	エ	0	
尿素	0.3	0.3	20	67
Na ⁺	3.2	3.2	3.5	1.1

問1 腎臓に関する記述として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

19

- ① 腎小体は、腎臓の髄質に存在している。
- ② 腎静脈からの血液が糸球体でろ過される。
- ③ 細尿管(腎細管)は、ネフロン(腎単位)に含まれる。
- ④ 血圧が低下すると、糸球体における血液のろ過量が増加する。

問 2 ・に当てはまる語句の組合せとして最も適切なものを，後の選択肢から一つ選べ。

	ア	イ
①	副腎皮質	促進される
②	副腎皮質	抑制される
③	脳下垂体前葉	促進される
④	脳下垂体前葉	抑制される
⑤	脳下垂体後葉	促進される
⑥	脳下垂体後葉	抑制される

問 3 表 1 の ・に当てはまる数値の組合せとして最も適切なものを，後の選択肢から一つ選べ。

	ウ	エ
①	0	0
②	0	1.0
③	8.0	0
④	8.0	1.0
⑤	80	0
⑥	80	1.0

問 4 Na^+ の濃縮率が約 1 である理由として最も適切なものを，後の選択肢から一つ選べ。

- ① ろ過されないから
- ② ろ過されたのちに，再吸収されないから
- ③ ろ過されたのちに，すべて再吸収されるから
- ④ ろ過されたのちの再吸収率が水と同程度であるから

理科基礎

問 5 イヌリンはろ過されたのちに全く再吸収されない物質である。イヌリンをヒトに注射して一定時間後のイヌリンの血しょう中濃度および尿中濃度を測定した。その結果、尿中のイヌリン濃度は、血しょう中の 120 倍であった。1 日当たりの尿量の再吸収量 [g] として最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。ただし、1 日の尿量は 1.4 L とする。 23 g

- ① 0.42 ② 4.2 ③ 22 ④ 28 ⑤ 50

問題は次のページに続く。

理科基礎

第 5 問 生物の多様性と生態系に関する次の文章を読み、後の問い（問 1～3）に答えよ。〔解答番号 24 ～ 28〕

同じ地域に生息する生物の間に食うもの（捕食者）と食われるもの（被食者）の関係があり、捕食者がさらに別の生物の被食者となっていると、捕食者と被食者の関係が直線的につながる。このつながりを ア という。自然界では、一種の捕食者が複数の被食者を食うことも多く、捕食者と被食者の関係が複雑に組み合わさった イ が構成されている。

アメリカ、ロングアイランドの湾では、セグロカモメ、ハマグリ、およびプランクトンからなる ア が見られる。この ア では、物質 X の生物濃縮が起きている。これらの生物について、体内の物質 X の濃度を調べたところ、表 1 の結果が得られた。

イ を構成する生物種の個体数や生物量は変動しながらもある一定の範囲におさまっていることが多い。これを ウ が保たれていると表現する。イ に含まれる種数が多くなるほど、ウ は保たれやすいと考えられている。

表 1 各生物体内の物質 X の濃度

	エ	オ	カ
物質 X の濃度※	0.04	0.42	8.35

※生物重量 1 g あたりの物質重量 ($\times 10^{-6}$ g/g)

問 1 空欄 ア ～ ウ に当てはまる語句として最も適当なものを、後の選択肢からそれぞれ一つずつ選べ。ただし、同じものを繰り返し選んでもよい。

ア 24 イ 25 ウ 26

- | | | |
|---------|------------|--------|
| ① 食物連鎖 | ② 生態ピラミッド | ③ 食物網 |
| ④ 生物多様性 | ⑤ 生態系のバランス | ⑥ 物質循環 |
| ⑦ 階層構造 | ⑧ 遷移 | ⑨ 栄養段階 |

問 2 表 1 の **エ** ～ **カ** に当てはまる語の組合せとして最も適当なものを、
後の選択肢から一つ選べ。 **27**

	エ	オ	カ
①	セグロカモメ	ハマグリ	プランクトン
②	セグロカモメ	プランクトン	ハマグリ
③	ハマグリ	セグロカモメ	プランクトン
④	ハマグリ	プランクトン	セグロカモメ
⑤	プランクトン	セグロカモメ	ハマグリ
⑥	プランクトン	ハマグリ	セグロカモメ

問 3 表 1 の調査時のロングアイランドの湾の海水中の物質 X の濃度が、
 5.0×10^{-11} g/g だったとすると、物質 X は **ア** を通じて最高次の捕食者に
何倍に濃縮されたと考えられるか。最も適当な数値を、後の選択肢から一つ
選べ。 **28** 倍

- ① 167
- ② 1,670
- ③ 16,700
- ④ 167,000
- ⑤ 1,670,000

問 3 モル濃度が最も高い酸または塩基の水溶液を，後の選択肢から一つ選べ。

11

	酸または塩基の水溶液	溶質のモル質量 [g/mol]	質量パーセント濃度 [%]	密度 [g/cm ³]
①	アンモニア水	17.0	17.0	0.94
②	塩 酸	36.5	36.5	1.2
③	水酸化ナトリウム水溶液	40.0	40.0	1.4
④	濃硫酸	98.0	98.0	1.8

問 4 身近な物質の pH に関する記述として最も適当なものを，後の選択肢から一つ選べ。

12

- ① 炭酸水の pH は，血液の pH より大きい。
- ② 食酢の pH は，牛乳の pH より大きい。
- ③ レモン果汁の pH は，水道水の pH より大きい。
- ④ セッケン水の pH は，食塩水の pH より大きい。