

◇ 理科基礎（化学基礎＋生物基礎）

理基4－1～理基4－14まで14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。

C=12, O=16

標準状態での気体のモル体積を 22.4 L/mol とする。

第 1 問 次の問い(問 1～3)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕

問 1 次の a～c に当てはまるものを，それぞれの解答群の選択肢から一つずつ選べ。

a 純物質であるもの

- ① 炭酸水 ② 水 ③ 空気
④ 牛乳 ⑤ 醤油

b イオンからなる物質で，陽イオンと陰イオンが 1:1 の物質量の比で含まれるもの

- ① 炭酸カリウム ② 硫酸ナトリウム ③ 塩化アルミニウム
④ 水酸化バリウム ⑤ 硝酸アンモニウム ⑥ 塩化マグネシウム

c 分子全体として極性がない分子

- ① 水 H_2O ② 二酸化炭素 CO_2 ③ アンモニア NH_3
④ 塩化水素 HCl ⑤ エタノール $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$

問2 分子に関する記述として誤りを含むものを、後の選択肢から一つ選べ。

4

- ① 分子からなる物質には、常温・常圧において気体のものもあれば、液体や固体のものもある。
- ② 水素分子，塩素分子，窒素分子は、いずれも単結合のみからなる。
- ③ 常温・常圧において、貴ガス(希ガス)元素以外の元素からなる安定な分子は、すべて2個以上の原子からなる。
- ④ 分子からなる水溶性の物質には、電解質と非電解質がある。

問3 次の記述 a～c について、正誤の組合せとして正しいものを、後の選択肢から一つ選べ。

5

- a ケイ素と二酸化ケイ素はともに分子からなる物質で、結晶構造はダイヤモンドに似ている。
- b ダイヤモンドと黒鉛はともに炭素Cからなる同素体であるが、黒鉛は電気伝導性を示す。
- c 酸素と窒素は常温・常圧では、ともに無色・無臭の気体である。

	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

第2問 次の問い(問1～2)に答えよ。〔解答番号 6 ～ 10〕

問1 炭酸水素ナトリウム NaHCO_3 を塩酸に加えると、二酸化炭素 CO_2 が発生する。
この反応に関する次の実験について、後の問い(a～c)に答えよ。

実験 7個のビーカーに塩酸を 50 mL ずつはかりとり、それぞれのビーカーに 0.5 g から 3.5 g まで 0.5 g きざみの質量の NaHCO_3 を加えた。発生した CO_2 と加えた NaHCO_3 の質量の間に、図1で示す関係がみられた。

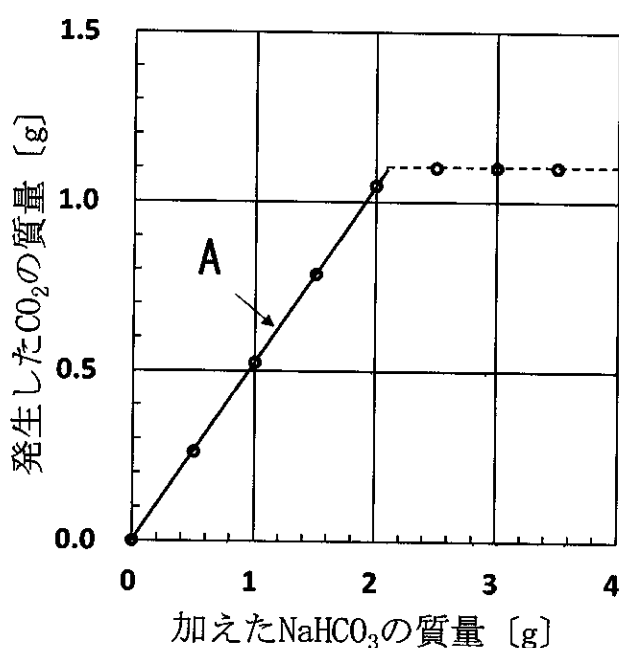


図1 加えた NaHCO_3 の質量と発生した CO_2 の質量の関係

a 図1から読み取れることとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 6

- ① 加えた NaHCO_3 の質量に関わらず、発生した CO_2 の質量は一定である。
- ② 加えた NaHCO_3 の質量が増えるとともに、発生した CO_2 の量も増え続けた。
- ③ 加えた NaHCO_3 の質量と発生した CO_2 の質量との間には、一定の範囲で比例関係が成り立っている。
- ④ 加えた NaHCO_3 の質量が増えるとともに、生成した水の質量も増え続けた。

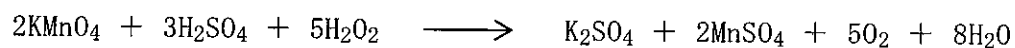
b 図 1 の直線 A (実線) の傾きに関する記述として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 7

- ① 直線 A の傾きは、未反応の NaHCO_3 の質量に比例する。
- ② 各ビーカー中の塩酸の体積を 2 倍にすると、直線 A の傾きは $1/2$ 倍になる。
- ③ 各ビーカー中の塩酸の濃度を 2 倍にすると、直線 A の傾きは 2 倍になる。
- ④ 直線 A の傾きは、反応する NaHCO_3 の物質量を発生する CO_2 の物質量で割った値に等しい。
- ⑤ 直線 A の傾きは、 CO_2 の分子量を NaHCO_3 の式量で割った値に等しい。

c 実験に用いた塩酸の濃度 $[\text{mol/L}]$ として最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。 8 mol/L

- ① 0.25 ② 0.50 ③ 0.75 ④ 1.0 ⑤ 1.3

問 2 十分量の硫酸の存在下では、過マンガン酸カリウムと過酸化水素は次のように反応する。これについて、後の問い(a・b)に答えよ。



a 反応前後で、マンガンの酸化数はいくつ変化したか。最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。 9

- ① 2 ② 3 ③ 4 ④ 5 ⑤ 6

b 発生した酸素の体積は、標準状態で 11.2 L だった。反応した過マンガン酸カリウムの物質量 [mol] として最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。 10 mol

- ① 0.20 ② 0.40 ③ 0.60 ④ 0.80 ⑤ 1.0

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（A・B）を読み、後の問い（問1～5）に答えよ。〔解答番号 ～ 〕

A 地球上には、さまざまな環境に適応した数千万種の多種多様な生物が生活していると考えられている。生物には環境に適応するため様々な多様性があるが、(a) 共通性もみられる。例えば、細胞の内部構造は(b) 真核細胞と原核細胞で違いがあるものの、すべての生物は細胞を基本単位とすることが共通の特徴である。

問1 下線部(a)に関連して、生物の共通性に関する記述として最も適切なものを、後の選択肢から一つ選べ。

- ① 遺伝情報の本体は DNA であり、すべての生物は細胞内に DNA をもっている。
- ② RNA は細胞分裂の際に複製され、半保存的複製により新しい細胞に情報が引き継がれる。
- ③ 代謝によって取り出されたエネルギーは、DNA の高エネルギーリン酸結合に蓄えられ、様々な反応に利用される。
- ④ すべての生物は、外界から取り入れた無機物から有機物を合成して生活している。

問2 下線部(b)に関して、真核細胞からなる生物を真核生物という。真核生物として最も適切なものを、後の選択肢から一つ選べ。

- ① ユレモ
- ② ネンジュモ
- ③ オオカナダモ
- ④ イシクラゲ

問 3 原始的な真核生物の内部に共生した原核生物が特定の細胞小器官になったとする考えを細胞内共生説（共生説）という。細胞内共生説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。 13

- ① 原始的な真核生物に好気性細菌が取り込まれて、葉緑体になったと考えられている。
- ② 原始的な真核生物にシアノバクテリアが取り込まれて、ミトコンドリアになったと考えられている。
- ③ ミトコンドリアと葉緑体は、細胞核と異なる独自の遺伝物質として RNA を利用していることが細胞内共生説の根拠の一つである。
- ④ ミトコンドリアと葉緑体の二重の膜のうち、内膜は取り込まれた原核生物に由来することが細胞内共生説の根拠の一つである。

B シャルガフは様々な生物の DNA について、4 種類の塩基の割合を比較し、アことを明らかにした。この事実とフランクリンらの DNA の X 線回折の実験結果から、1953 年にワトソンとクリックが DNA の二重らせん構造モデルを発表した。

問 4 空欄 ア に当てはまる文として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 14

- ① アデニンとウラシル、グアニンとチミンの割合が等しい
- ② アデニンとチミン、グアニンとシトシンの割合が等しい
- ③ 4 つの塩基の割合が異なっている
- ④ 4 つの塩基の割合が等しい

問 5 ある生物の DNA に含まれる塩基の組成を調べたところ、グアニンの割合が 26% であった。この DNA に含まれるアデニンの割合 (%) として最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。 15 %

- ① 13 ② 24 ③ 52 ④ 74

理科基礎

第 4 問 生物の体内環境の維持に関する次の文章 (A・B) を読み、後の問い (問 1～5) に答えよ。〔解答番号 16 ～ 20〕

A ヒトの腎臓は腹腔背側に一対あり、血液中の成分から尿を生成している。

アには糸球体とボーマンのうからなる腎小体 (マルピーギ小体) があり

アからイにかけて細尿管 (腎細管) とそれに続く集合管がある。腎小体では血液中の成分が糸球体からボーマンのうへとろ過され、原尿となる。原尿が細尿管と集合管を通過する過程で、(a) 多くの成分は周囲の毛細血管へと再吸収され、再吸収されなかった成分が尿となる。

問 1 空欄 ア・イ 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。 16

	ア	イ
①	皮質	髓質
②	皮質	腎う
③	腎う	皮質
④	腎う	髓質
⑤	髓質	皮質
⑥	髓質	腎う

問 2 血液に関する記述として誤っているものを、後の選択肢から一つ選べ。

17

- ① 血液凝固は、採取した血液を静置した場合にも見られる。
- ② 健康なヒトの血液中には、質量パーセント濃度で 0.1% 程度のグルコースが含まれる。
- ③ 安静時に腎臓に流入する血液は、心臓を出た血液の 15% を超える。
- ④ 有形成分のうち、血液 1 mm^3 あたりの個数が最も多いのは血小板である。
- ⑤ 腎臓での血液の流れは、体循環に含まれる。

問 3 下線部(a)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。

18

- ① 健康なヒトでは、原尿中のグルコースは 90% 程度再吸収され、残りは尿中に排出される。
- ② 通常、原尿から再吸収される量が最も多い物質は、タンパク質である。
- ③ 副腎皮質から分泌される鉱質コルチコイドは、細尿管から Na^+ の再吸収を促進する。
- ④ 集合管での水の再吸収を促進するホルモンはすい臓のランゲルハンス島 B 細胞で合成される。
- ⑤ 水と各種の無機塩類の再吸収率は常に等しくなるように調節されている。

理科基礎

B ヒトの体には体外から侵入してきた異物を排除する免疫のしくみが備わっている。これには、自然免疫と適応免疫（獲得免疫）がある。自然免疫は、食作用を示す細胞によって担われ、様々な異物に対して自身の細胞の表面にあるトル様受容体（TLR）と呼ばれるタンパク質などによって、異物を認識している。一方、適応免疫には細胞性免疫と体液性免疫があり、体液性免疫では **ウ** 細胞から分化した抗体産生細胞が放出する抗体が重要な役割を担う。適応免疫のはたらきの中で一度侵入した異物の情報は体内に保存され、同じ異物が繰り返し侵入してきた場合に、反応の速さは一度目の侵入時と比べて **エ**。

問 4 空欄 **ウ** ・ **エ** に当てはまる語句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。 **19**

	ウ	エ
①	T	より速くなる
②	T	変化しない
③	T	より遅くなる
④	B	より速くなる
⑤	B	変化しない
⑥	B	より遅くなる

- 問 5 ある抗原 X と、これに感染したことのないマウスを用意した。このマウスに抗原 X を接種したところ、血液中の抗原 X に対する抗体量は図 1 のグラフ A のように変化した。抗原 X の接種から 50 日目に、同じマウスに再び抗原 X を接種したとき、血液中の抗原 X に対する抗体量の変化を示すグラフはどれか。最も適当なものを、図 1 の①～④から一つ選べ。 20

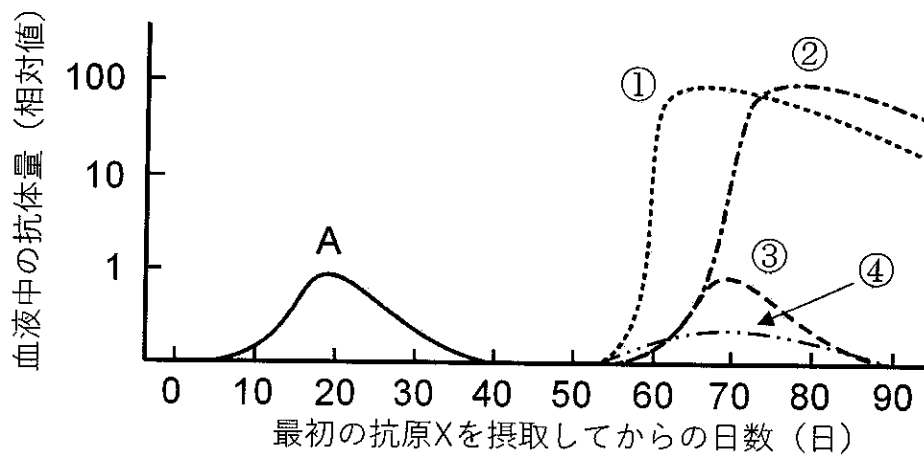


図 1 マウス M の抗原 X に対する抗体量の変化

第 5 問 窒素の循環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 21 ～ 25〕

タンパク質、核酸、ATP などに含まれる窒素 (N) は、生物にとって不可欠な元素であり、図 1 に示したように生態系の中を循環している（図中の矢印は窒素化合物の移動を表し、A～E は土壌中の微生物である）。窒素 (N) は、窒素ガス (N_2) として大気中の体積の約 ア % を占めている。多くの生物は大気中の窒素ガス (N_2) を直接利用することができない。しかしながら、図中の D の微生物は大気中の窒素ガス (N_2) を取り込んで、植物が利用可能な窒素化合物に変換することができる。このはたらきを イ という。

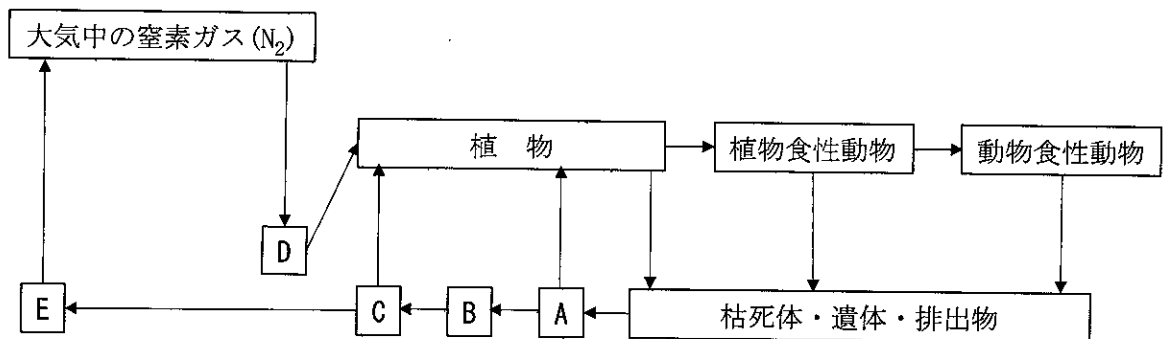


図 1 窒素循環の模式図

問 1 空欄 ア に当てはまる数値として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 21

- ① 0.04 ② 4 ③ 21 ④ 78

問 2 空欄 イ 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。 22

- ① 脱窒素
② 窒素固定
③ 窒素同化
④ 窒素循環

問 3 図 1 の A～E のうち根粒菌はどれか。最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 23

- ① A ② B ③ C ④ D ⑤ E

問 4 図 1 の C の微生物によって生成され、植物に取り込まれる物質として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 24

- ① アンモニウムイオン
② 亜硝酸イオン
③ 硝酸イオン
④ 二酸化窒素

問 5 窒素の循環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。 25

- ① 空中放電によって大気中の窒素が無機窒素化合物となり、雨水等に溶けて硝酸イオンとして植物に利用されることもある。
② 細菌、植物、動物は、無機窒素化合物から有機窒素化合物を合成することができる。
③ 生物によって固定される窒素の量は、工業的に固定される窒素の量よりも多い。
④ 河川や海洋中の窒素化合物の減少が赤潮発生の原因の一つとなっている。