

令 和 2 年 度

工 学 部 工 学 科 生 命 工 学 コ 一 ス

一 般 入 試 (後 期 日 程)

総 合 問 題

注 意 事 項

- 1 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開かないこと。
- 2 この問題冊子は全部で7ページ、解答用紙は2枚、下書き用紙は2枚である。
試験開始の合図があつてから、それらを確認すること。
- 3 試験開始後に、解答用紙の指定欄に受験番号を算用数字で記入すること。
- 4 **[1], [2], [3], [4]**の4問のうち、2問を選択して解答すること。
- 5 解答用紙の問題番号欄に解答問題の番号を記入すること。
- 6 解答は、指定された解答用紙に記入すること。解答が1ページで書ききれない場合は、その裏面に解答を続けて良い。ただし裏面に解答する場合は、その旨を表面に明記すること。
- 7 指定された解答用紙以外に記入した解答は、評価（採点）の対象としない。
- 8 配布された問題冊子および下書き用紙は、試験終了後、持ち帰ること。

実施年月日
2.3.12
富山大学

- 1 整数 a を整数 b 倍した数を a の倍数とよぶ。また、ある数が a の倍数であるかどうかを判定する方法を a の倍数判定法とよぶ。以下の各問い合わせに答えよ。

- (1) 3 桁の自然数 $3 \times 100 + m \times 10 + 8$ を 3 の倍数とする m を全て示せ。ここで m は 0 以上 9 以下の整数である。なお、解の導出過程を示す必要はない。
- (2) 4 桁の自然数に対する 3 の倍数判定法を一つ示し、さらにその判定法が正しいことを示せ。判定法は既存のものでも新規に考案したものでもよい。なお、与えられた自然数そのものを 3 で割った余りで判定する方法は正解としない。
- (3) 6 桁の自然数 n に対する 7 の倍数判定法の一つとして、下の例に示すように「 n の 1000 の位から 100000 の位までの 3 桁の数と 1 の位から 100 の位までの 3 桁の数との差が 7 の倍数であれば n は 7 の倍数であり、そうでなければ n は 7 の倍数でない」という判定法がある。1001 が 7 の倍数であることをを利用して、この判定法が正しいことを示せ。

例：724710 の場合、1000 の位から 100000 の位までの 3 桁の数 724 と 1 の位から 100 の位までの 3 桁の数 710 との差は $724 - 710 = 14 = 7 \times 2$ すなわち 7 の倍数となるので、724710 は 7 の倍数である。

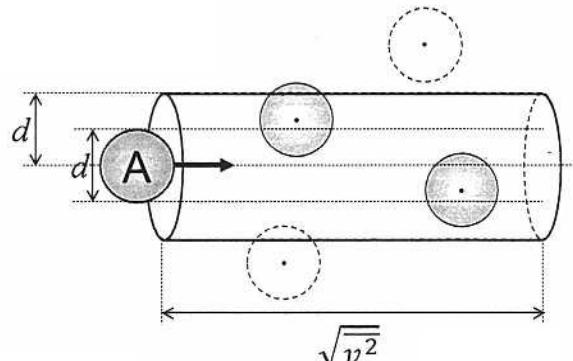
以 下 余 白

- 2 以下の文章を読み、各問い合わせに答えよ。

質量 m [kg]の分子からなる理想気体 1 mol が密閉された容器の中に入っている。この気体の圧力は P [Pa], 温度は T [K]である。気体定数を R , アボガドロ定数を N_A として以下の各間に答えよ。

- (1) 各分子の速さ v の 2 乗の平均値 $\bar{v^2}$ の平方根 $\sqrt{\bar{v^2}}$ を 2 乗平均速度とよぶ。この容器に入っている分子の 2 乗平均速度 $\sqrt{\bar{v^2}}$ [m/s]を求めよ。 m, P, T, R, N_A のうち必要なものを用いて表せ。
- (2) 気体分子は容器内に一様に分布している。立方格子状に分子が分布していると考え、隣り合う分子間の平均距離 r [m]を求めよ。 m, P, T, R, N_A のうち必要なものを用いて表せ。

実際の気体分子は互いに衝突をくり返して速さや向きを変えながら空間を不規則に運動する。ある分子（以下ではこれを A とよぶ）が一度他の分子と衝突してから再び他の分子と衝突するまでの平均移動距離 l [m]を近似的に求めたい。ここでは分子 A だけが、1 つの進行方向に進み、他の分子は静止していると仮定する。また A は他の分子と衝突してもその進行方向は変わらず、常に $\sqrt{\bar{v^2}}$ [m/s]で進むと考える。各分子は直径 d [m]の球であると仮定するとき、分子 A は1秒間に $\sqrt{\bar{v^2}}$ [m]進むことになるので、図のように切り口の半径が d [m]、長さが $\sqrt{\bar{v^2}}$ [m]の円筒の体積が、分子 A が1秒間に通過する体積となる。分子 A が円筒の左端から出発し、円筒の中心軸通り、右端に到達する間の1秒間で、分子 A は単位体積あたり n 個で一様に分布している他の分子と次々に衝突する。分子 A は円筒内に中心がある分子とはすべて衝突するが、円筒内に中心がない分子とは衝突しない。



- (3) 円筒内に中心がある分子数から、1秒あたりの分子Aの衝突回数を求めよ。 $\sqrt{v^2}$, d , n のうち必要なものを用いて表せ。
- (4) 分子Aは平均何メートル進むごとに他の分子と衝突するか、その平均移動距離 l [m]を求めよ。 $\sqrt{v^2}$, d , n のうち必要なものを用いて表せ。
- (5) この気体が分子量400、直径 1.0×10^{-9} mの分子の場合、圧力 1.01×10^5 Pa、温度27°Cにおけるこの分子の2乗平均速度 $\sqrt{v^2}$ [m/s]、並びに衝突間の平均移動距離 l [m]をそれぞれ有効数字2桁で求めよ。また必要なら $R = 8.31 \text{ J/mol}\cdot\text{K}$, $N_A = 6.02 \times 10^{23} / \text{mol}$, $\sqrt{8.31} = 2.88$, $\sqrt{83.1} = 9.12$ などの数値を用いよ。

以 下 余 白

3 以下の各問いに答えよ。

(1) 周期表に関する以下の問いに答えよ。

a) 同じ族において、原子番号が大きくなるほど原子の半径は一般に大きくなるか小さくなるかを記せ。また、その理由を記せ。

b) 同じ周期において、原子番号が大きくなるほど原子の半径は一般に大きくなるか小さくなるかを記せ。また、その理由を記せ。ただし、18族は除いて考えよ。

(2) ろ過により微細な粒子を取り除いた水道水を原料として純水を作り、そのpHを測定する実験を行った。

a) 純水の作り方としてどのような方法が考えられるか、2つ記せ。また、その原理も説明せよ。

b) 作りたての純水のpHは7に近いが、大気中に放置するとそのpHは徐々に変化する。どのように変化するかを記せ。また、その原理について化学反応式を用いて説明せよ。

c) 上記 b) のpH変化をより早く起こすにはどのような方法が考えられるか、2つ記せ。また、なぜpH変化がより早く起こるようになるのか、それぞれの方法の原理を記せ。

(3) 緑色植物における光合成は、細胞の中に存在する葉緑体において、光のエネルギーを用いて二酸化炭素と水から炭水化物（ブドウ糖： $C_6H_{12}O_6$ ）と酸素をつくり出すしくみであり、光を必要とする明反応と、必要としない暗反応からなっている。

a) 光合成の全反応を係数も考慮した化学反応式で記せ。

b) 明反応と暗反応のどちらで酸素が生成するのかを記せ。また、水草の一種であるオオカナダモを用いて、それを証明するための実験を行いたい。考えられる実験方法を簡単に記せ。

4 遺伝子組換えに用いられる基本技術に関して以下の各問い合わせよ。

(1) 細胞内に侵入してきたウイルスなどの2本鎖DNAの特定の塩基配列を認識してDNAを切断する酵素を [ア] とよぶ。それぞれ異なる認識配列を切断する2種類の [ア] XとY(以降XならびにYと表記する)を、各々単独または同時に用いて、全長18,000塩基対(以降18 kbpと表記する)からなる直鎖状DNA断片を切断した。その結果、表1に示す直鎖状DNA断片がそれぞれ得られた。この直鎖状DNA断片に存在するXとYの認識配列をそれぞれxおよびyとするとき、表1の情報を基に、全長18 kbpの直鎖状DNA断片に存在するxとyの位置を図1にならって全て表せ。XとYによる切断前後のxとyの構造をそれぞれ図2に示す。

表1

Xで切断後のDNA断片長	1 kbp, 8 kbp, 9 kbp
Yで切断後のDNA断片長	2 kbp, 4 kbp, 5 kbp, 7 kbp
XとYで切断後のDNA断片長	1 kbp, 1 kbp, 2 kbp, 4 kbp, 4 kbp, 6 kbp

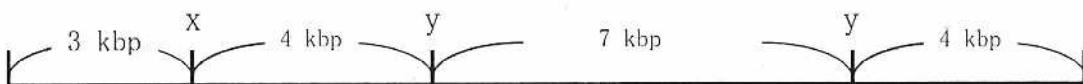


図1

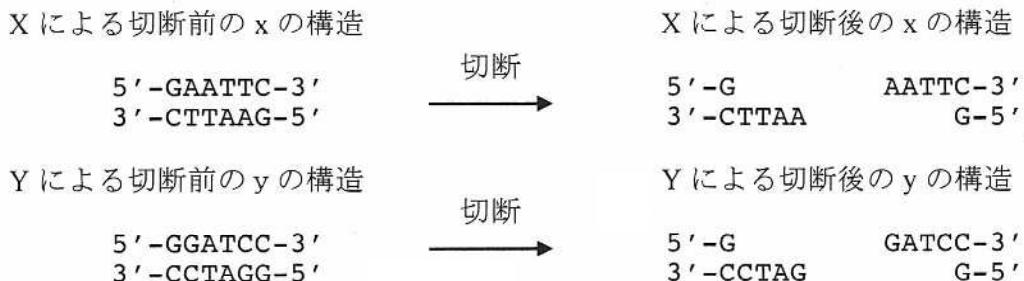


図2

(2) 問題(1)の [ア] に該当する酵素名を答えよ。

(3) 全長5 kbpの大きさを持つ環状のプラスミドDNAをXで1カ所切断し、その後ある酵素Zによる処理を行った。酵素Zの活性を失わせた後、引き続きYを用いて切断すると、プラスミドDNAは2 kbpと3 kbpの二つのDNA断片に分かれた。その後、2本

鎖 DNA を結合させる酵素である [イ] を作用させ、結合可能な部位を全て結合させた。なお、酵素 Z は DNA の切断部位の構造を変化させることで、[イ] を作用させても DNA 断片同士を結合できなくする活性を有する。以上の処理によって得られた、全ての DNA 断片の大きさを、kbp の単位でそれぞれ表せ。

- (4) 問題 (3) の [イ] に該当する酵素名を答えよ。
- (5) 問題 (3) において結合された各 DNA 断片の重量比を、DNA 断片の短い方から順に整数で表せ。また、その答えに至る過程も説明せよ。なお、1 塩基対の平均分子量は 660 とする。
- (6) 問題 (3) において結合可能な DNA 断片の内 50%だけが結合した場合、どのような大きさの DNA 断片が出現するか。観察される DNA 断片の大きさを、短い方から順に kbp の単位で全て表せ。
- (7) 問題 (6) において観察された DNA 断片の重量比を整数で表せ。また、その答えに至る過程も説明せよ。

以 下 余 白

解 答 用 紙

問題番号	
------	--

受験番号						

採 点

解 答 用 紙

問題番号	
------	--

受験番号

採 点

下書き用紙

下書き用紙