

平成28年度

香川大学医学部医学科第2年次
編入学試験問題紙

教科等	ページ数
自然科学総合問題	6

試験開始の合図があるまで、問題冊子を開かないこと。

解答の書き方

1. 解答は、解答用紙の所定の欄に、横書きではっきりと記入すること。
2. 解答を訂正する場合には、きれいに消してから記入すること。
3. 解答用紙には、解答と受験番号のほかは、いっさい記入しないこと。

注意事項

1. 試験開始の合図の後、解答用紙（6枚）に受験番号を必ず書くこと。
2. 用事があるときは、だまって手をあげて監督員の指示を受けること。
3. 試験が始まると、途中退室はできない。
4. 試験終了時には、解答用紙を順番に重ね机上の右側に置くこと。
5. 試験終了後、問題用紙は持ち帰ること。

問題 1

問 1 地表の空気は重力のため上空ほど薄く、地面に近いほど濃くなっている。以下、気体は静止しており（風などの影響がない）、温度が高さによらず一定とし、高さによる気体の個数密度（単位体積当たりの気体分子の個数）の変化を考察する。

高さ z の位置における圧力を P とし、高さ $z+dz$ における圧力を $P+dP$ とする。高さ z の位置における気体の個数密度を $n(z)$ 、気体分子の質量を m 、重力加速度を g （考察する高さの範囲で一定とする）、ボルツマン定数を k とする。

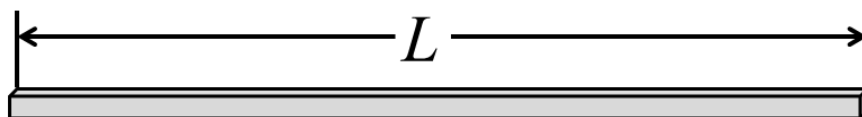
- (1) $dz>0$ のとき、 dP が正か負か答えなさい。
- (2) (1)の圧力の差は dz 部分にたいする気体の重さによる。単位面積当たり水平面が受ける dz 部分の気体の重さを答えなさい。
- (3) dP と dz との関係を $n(z)$ を使った式で表しなさい。
- (4) 気体を理想気体として、温度 T （絶対温度）に対し P と T の関係式を $n(z)$ を使って表しなさい。
- (5) (4)で得た式を微分し、(3)で得た式を考慮して、 $n(z)$ と z についての微分方程式を表しなさい。
- (6) 高さ z に対する個数密度を表す式を書きなさい。ただし、高さ 0 における個数密度を n_0 とする。

次に気体分子の速度分布について考察する。以下では、気体分子の運動は上下方向を z 方向とし z 方向の速度のみ考察することとし、分子同士の衝突は無視するものとする。高さ 0 （地面の影響を無視する）において速さ u 以上で上向きに進む分子の個数密度 $n_{>u}(0)$ と、高さ h において 0 以上の速さで上向きに進む分子の個数密度 $n_{>0}(h)$ とが等しいとするモデルを考える。また、高さ 0 において 0 以上の速さで上向きに進む分子の個数密度を $n_{>0}(0)$ とする。

- (7) 高さ 0 において z 方向の速さが u である気体分子が高さ h に到達した。このとき u と h の関係式を書きなさい。
- (8) $n_{>0}(0)$ と $n_{>0}(h)$ との関係を h を使った式であらわしなさい。
- (9) (8)の関係を u を使って表しなさい。
- (10) $n_{>u}(0)/n_{>0}(0)$ を u を使って表しなさい。
- (11) 気体分子の z 方向の速さが u と $u+du$ との間にある気体分子数の割合を $f(u)du$ とする。単位時間に単位面積を u 以上の速さで上向きに通過する分子の数を $f(u)$ を使って表しなさい。
- (12) 上記の考察は任意の高さにおいて成立する。任意の高さにおいて、単位時間に単位面積を u 以上の速さで上向きに通過する分子の数は関係式 $n_{>u}(z)/n_{>0}(z)$ と比例する。この関係から $f(u)$ を求めなさい、但し、比例定数を C とする。

問2 直方体の形状で長さ L で一様等方的と仮定できるうどんがあるとする。以下、このうどんはフックの法則に従うとし、密度（単位体積当たりの質量）を ρ 、重力加速度を g とする。

- (1) うどんを水平なまな板におき、長さ方向に応力 f で両端から引き伸ばしたところ、 λ のびた。このときのひずみ ε はいくらか。
- (2) ヤング率を E とするとき、 f と ε との関係式を書きなさい。
- (3) うどんの一端を箸でつまんで固定し鉛直につりさげた。うどんののびはいくらになるか答えなさい。箸とうどんの接する長さ部分の影響は無視できるとする。



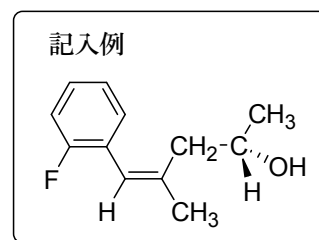
直方体の形状で長さが L 、断面積 S 、密度 ρ 、ヤング率 E の剛体棒がある。この剛体棒の一端を固定し、滑らかな水平面上で固定点を中心として一定角速度 ω で回転させた。

- (4) 中心から距離 x の位置で剛体棒が受ける応力はいくらか答えなさい。
- (5) 剛体棒ののびはいくらになるか答えなさい。

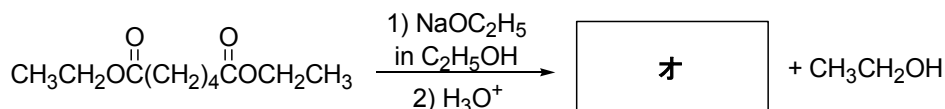
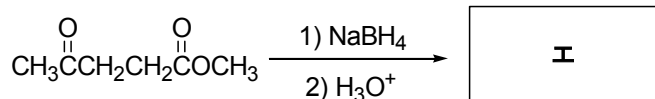
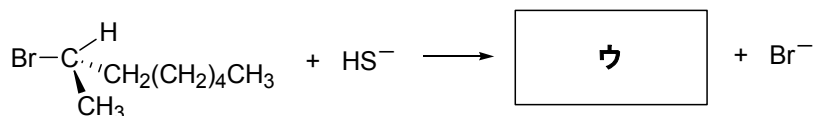
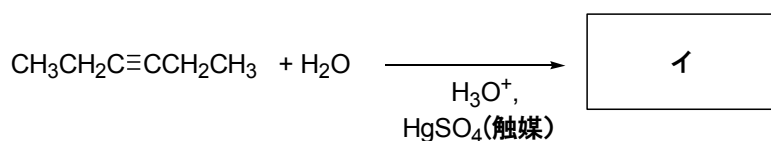
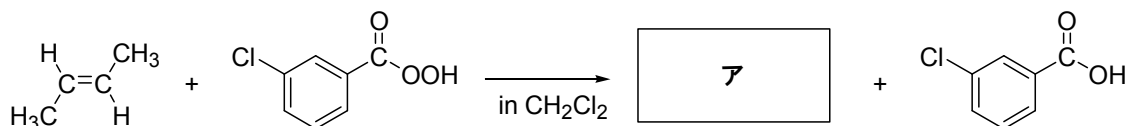
問題2 以下の問に答えなさい。

なお、特に指示のない限り、構造式は右に示した記入例にならって書きなさい。

ただし、原子量は C = 12.0、H = 1.0、O = 16.0、N = 14.0、Na = 23.0、Cl = 35.5、気体定数は $R = 8.31 \text{ JK}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ とする。



問1 以下の反応において主生成物として得られる有機化合物（ア～オ）の構造式を書きなさい。



問2 以下の問に答えなさい。

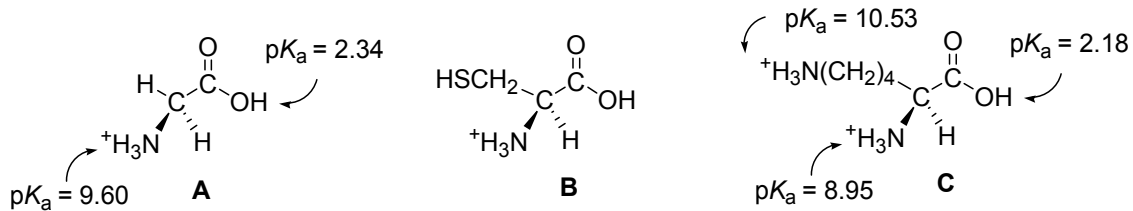
(1) 全圧 101.3 kPa、293 K において、水 1.0 dm³ に溶解する純酸素の量は 0.043 g、純窒素の量は 0.019 g であった。このとき、全圧 101.3 kPa、293 K のもと、空気で飽和した水 1.0 dm³ に含まれる酸素、および窒素の質量(g)を求めなさい。また、計算過程も示しなさい。なお、293 K における水の飽和水蒸気圧は 2.3 kPa、乾燥空気は 20%の酸素と 80%の窒素から構成されており、水溶液は理想希薄溶液としてふるまうとする。

(2) van der Waals は、以下に示した実在気体の状態方程式を提案した。式中の定数 a および b は、実在気体のどのような性質を反映しているか、それぞれ 10 字以内で示しなさい。

$$\left[P + a \left(\frac{n}{V} \right)^2 \right] (V - bn) = nRT$$

問3 アミンとアミドには、いずれも窒素原子が含まれている。しかし、アミンの水溶液とは異なり、一般にアミドの水溶液は塩基性を示さない。その理由を簡潔に説明しなさい。

問4 下図に、プロトン化されたアミノ酸A、B、およびCの構造式を示した。また、アミノ酸AおよびCについて各官能基の pK_a を示してある。これらのアミノ酸について、以下の問に答えなさい。



(1) アミノ酸AおよびCについて、それぞれの等電点を答えなさい。

(2) アミノ酸BおよびCについて、それぞれ*R*, *S*配置を帰属しなさい。

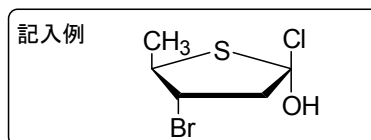
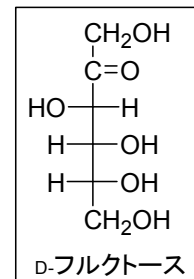
(3) 上図に示した状態のアミノ酸Cを0.010 molと二等量の塩素イオンを含む水溶液に、(i) 0.010 mol、および(ii) 0.020 molのNaOHを含む水溶液を添加した場合、それぞれCはどのように変化するか、構造式を書いて答えなさい。

問5 D-フルクトースに関する以下の問に答えなさい。

(1) D-フルクトースの鏡像異性体のFischer投影式を書きなさい。

(2) 水溶液中ではD-フルクトースの約70%がピラノース型として、約30%がフラノース型として存在している。以下の記入例に従って、

(i) β -D-フルクトピラノース、および(ii) β -D-フルクトフラノースの構造式を書きなさい。



(3) 血液の浸透圧を計測したところ、310 Kにおいて776 kPaであった。この血液と同じ浸透圧を有するD-フルクトース水溶液100 cm³を調製するために必要な、D-フルクトースの質量(単位g)を答えなさい。

問題3

以下の文章を読んで問に答えなさい。

アルファベットは1文字とし、句読点は字数に含まない。

1つの細胞が2つになる。すべての生命で見られる、ごくありふれた現象だが、これを正しくおこなわせるためには、様々な分子群が協調して働かなければならない。まず、細胞自身が内外の環境を読み取って細胞分裂をおこなうかどうかを決定^①しなければならない。そして、細胞分裂をおこなうと決めた場合には、遺伝子の本体であるDNAを正しく複製^②しなければならない。次に、複製されたDNAが、2つの娘細胞に正しく分配^③されなければならない。また、これらの過程がそれぞれ間違いなく行われたことを確認し、そうでない場合には分裂へと向かうシステムを一時停止させる機構^④をも備えておかなければならない。

問1 下線部①について

(1) 真核生物において、この「決定」にはサイクリンDなどのG1サイクリンの発現が重要な役割を果たしている。

(i) サイクリンとは何か、アルファベットなどの略号を用いずに35字以内で記せ。

(ii) G1サイクリンの発現はRbというタンパク質の翻訳後修飾を介してE2Fという転写制御因子の活性化をもたらす。どのような機構によるのか、70字以内で記せ。

(2) G1サイクリンの発現は、受容体型チロシンキナーゼへの増殖因子の結合などにより引き起こされるが、この過程においてはRasという低分子量Gタンパク質が重要な役割を担っている。

(i) Gタンパク質に共通して認められる性質を50字以内で記せ。

(ii) がん細胞のRasにおいては、しばしば(i)で記した性質の一部が変化している。どのような性質がどのように変化しているか、20字以内で記せ。

(iii) 上記の性質の変化は、がん細胞にとって有利なものである。どのような有利性があるか、40字以内で記せ。

問2 下線部②について

(a) 以下の酵素はDNAの複製に必要な酵素である。その機能を15字以内で記せ。

(i) DNAヘリカーゼ (ii) DNAリガーゼ (iii) DNAジャイレース
(iv) プライマーゼ

(b) DNAの複製時に鋳型と対合しない誤ったヌクレオチドを取り込んでしまうことがある。

(i) こうしたヌクレオチドを取り除く反応のことを何と呼ぶか、記せ。

(ii) 上記の反応をおこなう酵素の名称を記せ。

問3 下線部③について

(1) 真核生物において、複製されたDNAは、娘細胞に分配しやすいように折りたたまれ、光学顕微鏡で観察できる染色体となる。

(i) 染色体を構成する主要なタンパク質の名称を記せ。

(ii) (i) のタンパク質がうける翻訳後修飾は、転写制御に重要な役割を果たしている。転写が活発におこなわれている遺伝子上では、主にどのような修飾が見られるか、記せ。

(iii) 同じく転写が抑制されている遺伝子上では (i) のタンパク質に主にどのような修飾が見られるか、記せ。

(2) この過程においては、紡錘糸が染色体の特定の領域に結合し、複製された姉妹染色分体をそれぞれ娘細胞へと分配していく。

(i) 紡錘糸が結合する「染色体の特定の領域」の名称を記せ。

(ii) 紡錘糸の (i) と反対側の端が結合している細胞内小器官の名称を記せ。

(iii) 紡錘糸を構成する主要タンパク質の名称を記せ。

(iv) 以下の略号で示す物質のうち、姉妹染色分体の分離に最も関連の深いものを一つ選んで解答欄に記せ。

APC/C BMP Erk FGF Jak Mcm PKC Raf Shh TNF Wnt

問4 下線部④について

(1) DNAに損傷があると、細胞分裂はおこなわれない。この機構において重要な役割を果たしているのが p53 という転写制御因子である。

(i) p53 は、通常の状態ではプロテアソームによって分解されている。プロテアソームによるタンパク質の分解が、消化酵素によるタンパク質の分解と異なる点を2つ、それぞれ10字以内で記せ。

(ii) p53 はどのようにして細胞分裂を抑制するのか、アルファベットなどの略号を使わずに60字以内で記せ。

(iii) がん細胞においては p53 の変異がよく認められる。この変異は p53 の機能を活性化するものであるか、それとも不活性化するものであるか、解答欄の該当する方を○で囲め。

(iv) (iii) の変異ががん細胞にとって有利である理由を50字以内で記せ。

(2) 細胞分裂は細胞にとって、まさに命がけであり、その失敗はしばしば自殺プログラムの発動によって購われる。

(i) こうした能動的な細胞死を何と呼ぶか、英単語1語で記せ。

(ii) この時に細胞内で活性化されるプロテアーゼの名称を記せ。