

平成27年度医学部医学科入学者選抜

【学士入学（3年次編入学）】

第1次選抜試験問題

自然科学総合問題

注意

- 1 問題紙は指示があるまで開いてはいけません。
- 2 問題紙は4枚です。指示があつてから確認してください。
- 3 解答はすべて解答用紙の所定のところに記入してください。
- 4 問題紙は持ち帰ってください。

問題 I 各設問に答えなさい。

設問 1 以下の文章を読み、文中の 内に当てはまる語句、文、記号、または式を答えなさい。答えが重複しても良い。

理想気体は、温度一定のもとでは圧力と体積の間には 関係がある。これを の法則と呼ぶ。また圧力一定のもとでは、絶対温度と体積の間には 関係がある。これを の法則と呼ぶ。これらと の法則を組み合わせると、理想気体の状態方程式になり、体積 V 、圧力 p 、モル数 n 、絶対温度 T 、気体定数 R を使うと、 と表せる。理想気体では と がないものと定義している。実在の気体でも圧力が ときは を無視でき、温度が ときは を無視できるため、これらの条件下では理想気体として扱うことができる。

設問 2 体積 0.020 m^3 の容器 I と体積 0.040 m^3 の容器 II がコックのついた細い管でつながっている（図 1）。容器 I には 300 K で $1.5 \times 10^5\text{ Pa}$ の理想気体 A が、容器 II には 360 K で $1.8 \times 10^5\text{ Pa}$ の理想気体 B が入っている。各容器の温度をそのままに保ちつつ、コックを開けた。十分時間が経過した後の容器 I と容器 II の圧力を、それぞれ式を明記して求めなさい。気体定数は R とし、式中における単位を記しなさい。

設問 3 無限の長さを持つ筒の $x = -l$ と $x = l$ に仕切りが作られ、それらの間には気体分子 A が満たされ、それ以外の場所は気体分子 B で満たされている（図 2）。温度と圧力は全ての場所で同一である。分子 A、分子 B は理想気体としてふるまうものとする。各位置におけるそれぞれの気体の濃度を $C_i(x, t)$ ($i = A, B$) とする。時刻 $t = 0$ で仕切りを瞬間に取り除いた。各問い合わせてください。

問 1 位置 x にある平面を横切る気体分子 A の拡散流 J_A (平面の単位面積を単位時間に正方向へ通る分子数) を C_A と拡散係数 D を用いて表しなさい。

問 2 微小領域 $x \sim x + dx$ における分子 A の濃度の時間変化を拡散流 J_A を使って表しなさい。

問 3 分子 A の濃度の時間変化と位置依存性の関係式を求めなさい。D は x によらないとする。

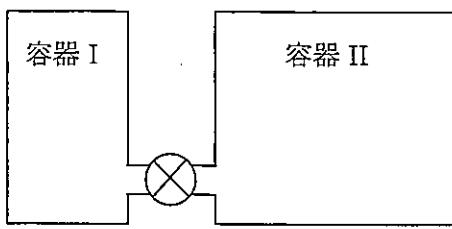


図 1

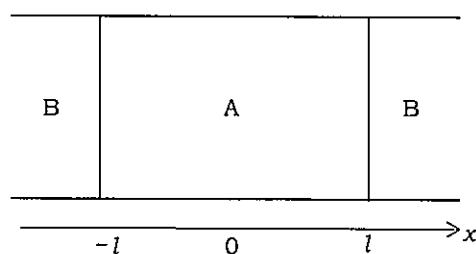


図 2

問題 II 以下の設間に答えなさい。

設問 1 以下の文章を読み、問 1 から問 4 に答えなさい。

身の回りには非常に多くのカルボン酸が存在する。酢酸は食酢の主要な成分であり、a) ブタン酸は変質したバターのいやな臭いの主因である。カルボン酸はそれ自身が有用な化合物であるばかりでなく、エステル、b) アミド、c) カルボン酸無水物などのカルボン酸誘導体としても広く存在する。カルボン酸はいくつかの点でアルコールともケトンとも類似した性質を持っている。d) アルコールと同じようにカルボン酸は脱プロトン化してカルボキシラートイオンを生じ、これはよい求核剤として働く。また、ケトンと同じようにカルボン酸のカルボニル基に対し求核剤の付加反応が進行する。カルボン酸のチオエステルは生体内で重要な役割を果たしているが、これはカルボン酸とチオール (RSH) との直接的な反応では生成せず、チオエステルを合成するためにはカルボン酸とチオールとの反応系に ATP (アデノシン三リン酸) が存在する必要がある。ATP の役割を説明するために幾つかの機構が考えられるが、e) カルボキシラートイオンが ATP の γ -リン原子を攻撃することによりアシルリン酸 (カルボン酸とリン酸との混合酸無水物) を生じ、これが引き続きチオールと反応することによりチオエステルになる、というのもその一つである。

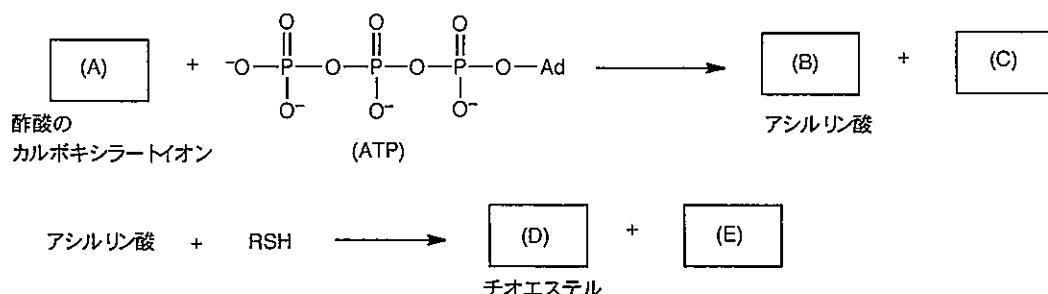
問 1 ブタン酸 (下線部 a)) を構造式で描きなさい。また、カルボン酸が酢酸の場合の下線部 b), c) の各化合物を構造式で描きなさい。

問 2 下線部 d) に関連し、酸解離指数 [$pK_a = -\log K_a$ (K_a は酸解離定数)] は脱プロトン化の起こり易さの指標となる。水中での酢酸の pK_a は 4.8、エタノールのそれは 16 である。

- i) 酢酸とエタノールでの脱プロトン化の起り易さの違いを構造に基づいて説明しなさい。
- ii) 酢酸の希薄な水溶液に、そこに含まれる酢酸の半分の物質量の NaOC_2H_5 を加えよく搅拌した。この水溶液の pH を求めなさい。

問 3 酸素同位体 (^{18}O) で標識したエタノール ($\text{C}_2\text{H}_5\text{O}^*\text{H}$ と書く) と酢酸とを酸触媒存在下で反応させた。この時生成したエステルの酸素は同位体標識されていたが、水の酸素は同位体標識されていなかった。この実験結果を説明するための反応機構を示しなさい (構造式を書く場合は同位体標識された酸素は ^{18}O で示すこと)。

問 4 ATP を下記のように書いた時、酢酸のチオエステルの生成機構は下線部 e) に従って下式のように書く事ができる。下の四角 (A) – (E) に相当する構造式を答えなさい。



設問 2 トリメチルアミン ($(\text{CH}_3)_3\text{N}$)、プロピルアミン ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$)、1-プロパノール ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$) はほぼ同じ分子量であるにもかかわらず、沸点はそれぞれ 3.5°C 、 49°C 、 97°C である。沸点にこのような違いがある理由について考察しなさい。

問題 III

設問 1 下図を見て、問い合わせに答えなさい。



問 1 鑄型DNAに対応するmRNAのヌクレオチドシーケンスを記入しなさい。

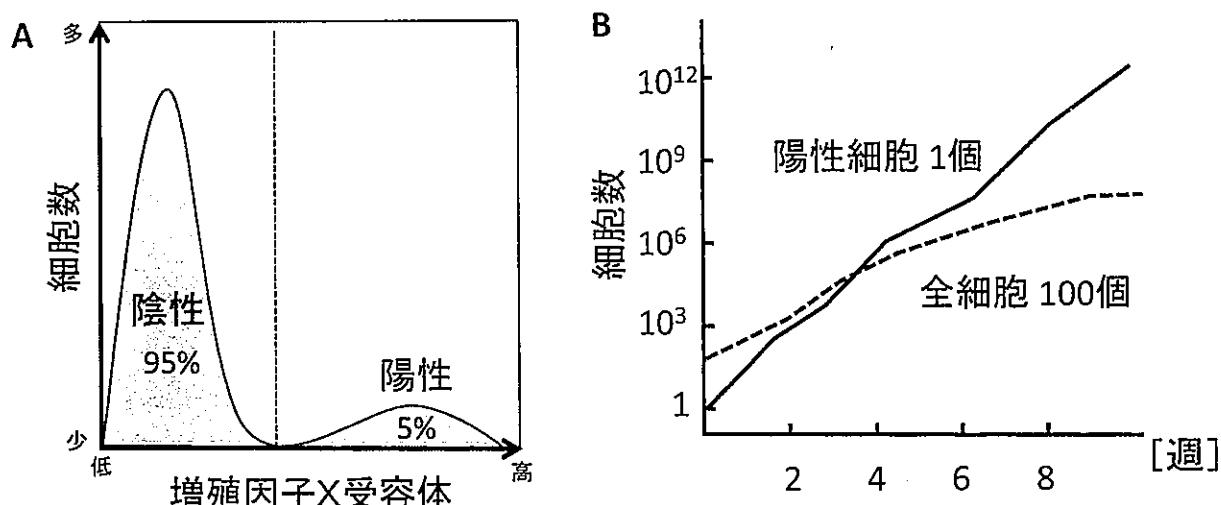
問 2 翻訳開始点に留意しながら、暗号表(添付)を参考に mRNAから翻訳されるポリペプチド鎖のアミノ酸配列をカッコ内の略語を用いて記入しなさい。(例: Gly-Tyr)

問 3 7番目と8番目のヌクレオチドの間にTが挿入されたと仮定した場合の、mRNAの配列およびポリペプチド鎖のアミノ酸配列を記入しなさい。

問 4 このような $3N \pm 1$ の塩基配列変異によりアミノ酸配列が変化することを何と総称するか、記載しなさい。

設問 2 下記の説明と下図を見て、問い合わせに答えなさい。

フローサイトメトリーとは、細胞表面にある分子(抗原)を蛍光標識し、細胞ごとの蛍光強度を計測することで抗原量を定量化することや、そのデータをもとに目的とする細胞を分取(ソーティング)することができる機器である。



実験 1：ある細胞集団における増殖因子X受容体の発現をフローサイトメトリーで解析したところ図Aの結果が得られた。

実験 2：増殖因子Xの入った培地を用いて、分取したX受容体が陽性の細胞1個から培養をスタートした場合と、分取していない細胞(全細胞)100個から培養をスタートした場合の増殖曲線は図Bであった。

問 1 この細胞集団は homogeneous か heterogeneous かを、homogeneous、heterogeneous の意味を簡潔に説明した上で答えなさい。

問 2 実験 2 の結果が起こりうる理由を考察し、仮説を立てなさい。

問 3 その仮説を証明するにはどのような実験を行えば良いか、実験方法と期待される結果を少なくとも一つ考えなさい。

問題IV 次の各設問に答えなさい。

設問1 次の各間に答えなさい。

問1 次の文章の（ ）内の語句で、正しい方を選びなさい。

左手の触覚に関する情報は主に^a（右側・左側）の大脳皮質体性感覚野で処理され、視野の左半分の情報は^b（右側・左側）の大脳皮質視覚野で処理される。一方、左上肢の運動指令は^c（右側・左側）の大脳皮質運動野から発せられる。また、言語中枢はほとんどの人において^d（右側・左側）の大脳皮質に存在する。

問2 上記文章の下線部分の根拠となる視覚伝導路について、図を用いて説明しなさい。

設問2 以下に述べる実験系について、設問1問1の内容を踏まえて各間に答えなさい。

分離脳患者（大脳新皮質の左右を連絡する線維の束である脳梁が外科的に切断された患者）を被験者として、パソコンのモニターの中心を凝視するように指示し、視覚刺激をモニターの左側ないし右側に0.1秒間フラッシュする（0.1秒という時間は被験者が刺激を認識するには十分に長い時間であるが、眼球運動の影響が混入するには短すぎる時間である）。また、モニターの下には腕を通すことができる隙間があり、モニターの後ろに置かれた物を見るることはできないが、手で触れることができる。

問1 モニターの左半分（視野の左半分）にリンゴを、右半分（視野の右半分）にバナナを同時に映して、「モニターに映ったものは何ですか」と質問した場合、被験者はどう答えるか。また、その理由を神経回路の視点から説明しなさい。

問2 モニターの後ろに、木製の三角錐、円錐、四角柱及び円柱を置き、モニターの右半分（視野の右半分）に三角錐を映して、モニターに映ったものの手探りで取るよう求めた場合、被験者はどちらの手で三角錐を選ぶことができるか。また、その理由を神経回路の視点から説明しなさい。

暗号表

第二塩基				
	U	C	A	
第一 塩基	UUU (Phe) フェニルアラニン	UCU (Ser) セリン	UAU (Tyr) チロシン	UGU (Cys) システイン
	UUC (Phe) フェニルアラニン	UCC (Ser) セリン	UAC (Tyr) チロシン	UGC (Cys) システイン
	UUA (Leu) ロイシン	UCA (Ser) セリン	UAA (STOP)	UGA (STOP)
	UUG (Leu) ロイシン	UCG (Ser) セリン	UAG (STOP)	UGG (Trp) リプロファン
	CUU (Leu) ロイシン	CCU (Pro) プロリン	CAU (His) ヒスチジン	CGU (Arg) アルギニン
	CUC (Leu) ロイシン	CCC (Pro) プロリン	CAC (His) ヒスチジン	CGC (Arg) アルギニン
	CUA (Leu) ロイシン	CCA (Pro) プロリン	CAA (Gln) グルタミン	CGA (Arg) アルギニン
	CUG (Leu) ロイシン	CCG (Pro) プロリン	CAG (Gln) グルタミン	CGG (Arg) アルギニン
	AUU (Ile) イソロイシン	ACU (Thr) スレオニン	AAU (Asn) アスパラギン	AGU (Ser) セリン
	AUC (Ile) イソロイシン	ACC (Thr) スレオニン	AAC (Asn) アスパラギン	AGC (Ser) セリン
	AUA (Ile) イソロイシン	ACA (Thr) スレオニン	AAA (Lys) リシン	AGA (Arg) アルギニン
	AUG (Met) メチオニン	ACG (Thr) スレオニン	AAG (Lys) リシン	AGG (Arg) アルギニン
G	GUU (Val) バリン	GCU (Ala) アラニン	GAU (Asp) アスパラギン酸	GGU (Gly) グリシン
	GUC (Val) バリン	GCC (Ala) アラニン	GAC (Asp) アスパラギン酸	GGC (Gly) グリシン
	GUA (Val) バリン	GCA (Ala) アラニン	GAA (Glu) グルタミン酸	GGA (Gly) グリシン
	GUG (Val) バリン	GCG (Ala) アラニン	GAG (Glu) グルタミン酸	GGG (Gly) グリシン