

平成31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6枚です。指示があっ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 以下の設問に答えなさい。太字で書かれた物理量はベクトル量である。

設問 1 以下の文章を読み、文中の 内に当てはまる語句、文、または式を答えなさい。

一定の力 F が質量 m の質点に働いている状態で質点が F と同じ方向・向きに距離 $|\Delta r|$ だけ移動したとき、力が質点にする仕事 W は式 1 で表される。質点に働く一定の力 F の方向と質点が移動する方向が異なる場合、 W はベクトル演算記号を用いた式 2 で表される。より一般化して、力 F が位置によって変化し質点の移動も直線ではない場合、質点の位置ベクトルを r とし、始点 A (r_A) から終点 B (r_B) に質点が移動 (別紙 図 1) する間に質点が受けた仕事 W_{AB} は、積分記号を用いた式 3 で表される。 W_{AB} が移動する経路によらず、始点と終点の位置のみで決まる場合、この仕事をする力は 4 であるという。式 3 の F に速度 v で表記した運動方程式を代入すると式 5 となる。仕事をする力が 4 の時、点 A における速度を v_A 、点 B における速度を v_B とすると、この積分が実行でき、 $W_{AB} =$ 6 $-$ 7 となる。右辺の各項は対応する点における 8 である。この式から、力がした仕事は質点の 8 に変換されたことがわかる。

一方、質点は点 A から点 B に移動することで、 W_{AB} のエネルギーを得たので、点 A の場所は点 B の場所に比べ W_{AB} だけ高い 9 を持っていると言える。質点に働く力が 4 だけであるとき、 8 の変化と 9 の変化の大きさが等しくなることを 10 の法則と呼んでいる。

設問 2 非圧縮性 (密度 ρ) で粘性のない液体について以下の問いに答えなさい。解答に必要な物理定数は定義して使用すること。

- 問 1 液体で満たされた内側半径が r のパイプを水平に置き、パイプに垂直な液体面に対しに圧力 p を加え距離 l だけ移動させた (別紙 図 2)。この時、 p がした仕事を求めなさい。
- 問 2 内側半径が r のパイプの中を液体が一様に一定の速さ v で流れている。パイプ内の任意の点における微小体積 δV 当たりの設問 1 8 の物理量を求めなさい。
- 問 3 液体で満たされた、内側半径が r_I のパイプ I と内側半径が r_{II} のパイプ II をつなぎ目部分で流れが乱れない形状でつないだ。このパイプ I 部を持ち上げたところ、パイプ I 部での流れの速さが v_I になった (別紙 図 3)。パイプ II 部での流れの速さ v_{II} を求めなさい。液体の流れの速さは各々のパイプ部内で一様であるとする。
- 問 4 問 3 のパイプの状態、パイプ I 部内の点 C を通る断面とパイプ II 部内の点 D を通る断面に挟まれた液体は微小時間 δt の後、点 C' を通る断面と点 D' を通る断面に挟まれた場所に移動する (別紙 図 3)。 δt の間に液体が得た、圧力仕事によるエネルギー、設問 1 8 の物理量、設問 1 9 の物理量をそれぞれ求めなさい。点 C での圧力 p_C 、基準位置からの高さ h_C 、点 D での圧力 p_D 、基準位置からの高さ h_D である。
- 問 5 注射器から液体を速さ v で圧力 p_0 の大気中に噴出させたい。注射器のピストンに加える力を近似を使って求めなさい。注射器のシリンダーの内側半径は r_s 、針の内側半径は r_n である。

問題 I 別紙

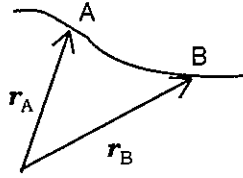


図1

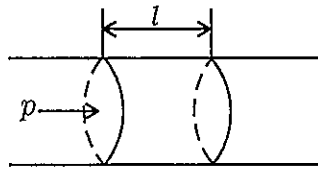


図2

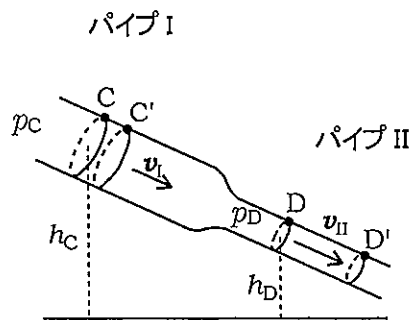


図3

問題 II 以下の設問に答えなさい。

設問 1 アルデヒドについて、以下の問いに答えなさい。

問 1 ホルムアルデヒドの C=O 二重結合は、炭素、酸素原子のどのような軌道から、どのように形成されているか説明しなさい。また、ホルムアルデヒドの立体構造を図示し、C=O 結合の分極の様子がわかるように「 $\delta+$ 」、「 $\delta-$ 」を図中に入れなさい。

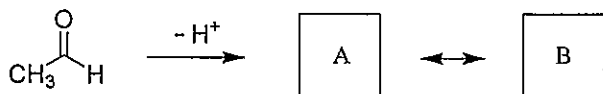
問 2 ほぼ同じ分子量をもつプロパン (分子量 44.11)、アセトアルデヒド (分子量 44.05)、エタノール (分子量 46.07) の沸点は、それぞれ $-42.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $20.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $78.3\text{ }^{\circ}\text{C}$ である。なぜこのような沸点の違いが生じるのか、説明しなさい。

問 3 アルデヒドの確認 (検出) 方法としてアルデヒドの還元性を利用した方法がよく用いられる。その方法の一つを簡単に説明しなさい。

問 4 ホルムアルデヒドは水中では主にどのような化学種として存在しているか、その化学種の構造式を書きなさい。

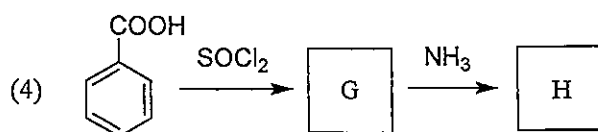
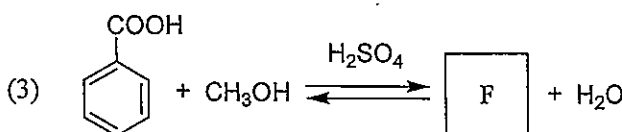
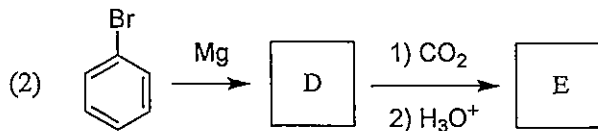
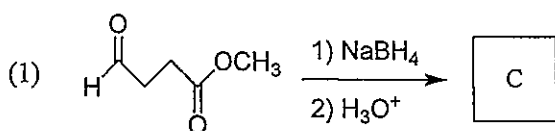
問 5 アルケンとの反応性が高い Br_2 は、酢酸中において容易にアセトアルデヒドと反応して CH_2BrCHO を生成するが、この反応はごくわずかに存在しているアセトアルデヒドのエノール形から進行する。必要であれば反応式を示して、アセトアルデヒドと Br_2 から CH_2BrCHO が生成する反応の機構を説明しなさい。

問 6 アセトアルデヒドの α 水素は、通常の C-H 結合の水素より酸性である。下の式中の A、B に相当する共鳴構造を書き、 α 水素が酸性である理由を説明しなさい。



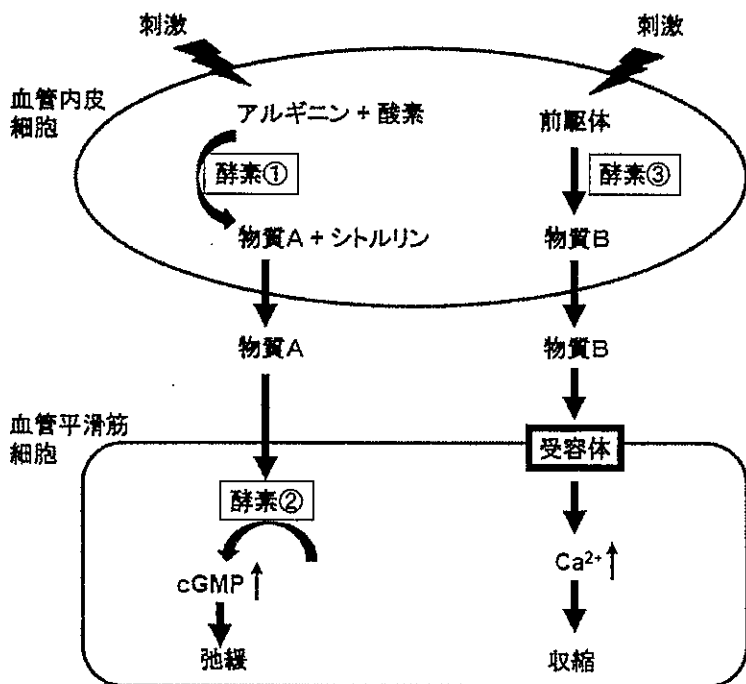
問 7 アセトアルデヒドを希水酸化ナトリウム水溶液中、低温で反応させるとアルドール $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{CHO}$ が生成する。必要であれば反応式を示して、この反応の機構を説明しなさい。

設問 2 次の各反応の C~H に相当する構造式を書きなさい。



問題Ⅲ 以下の設問に答えなさい。

設問 下の図は血管内皮細胞と血管平滑筋細胞の相互作用を示した模式図である。この図をもとに以下の問いに答えなさい。ただし、 Ca^{2+} はカルシウムイオン、cGMP は cyclic guanosine monophosphate の略号である。



- 問1 酵素①、酵素②、および物質Aの名称を答えなさい。ただし、略号での解答は不可とする。
- 問2 酵素①—物質A—酵素②の反応がおこると、血圧にはどのような影響が出ると考えられるか、理由も含めて答えなさい。
- 問3 酵素①—物質A—酵素②の反応を引き起こすような「刺激」にはどのようなものがあると考えられるか、理由も含めて答えなさい。
- 問4 物質Bは21個のアミノ酸からなるペプチド構造を持つ物質であり、強力な血管収縮作用を示す。物質Bの名称を答えなさい。ただし、略号での解答は不可とする。
- 問5 物質Bは平滑筋細胞表面に発現している特異的な受容体に結合することにより、収縮を引き起こす。受容体への結合によって平滑筋の収縮がおこるまでの過程を、 Ca^{2+} という言葉を用いて説明しなさい。
- 問6 物質Bが平滑筋細胞表面に発現する特異的な受容体に結合して作用するのに対し、物質Aに対する特異的な受容体は細胞表面には発現していない。物質Aはどのようにして作用を發揮するのか、理由も含めて説明しなさい。
- 問7 もしあなたが、この図に示す経路のどこかに作用する薬を作るとするならば、どこに作用する薬を作りますか？ 標的となる図中の名称（例：物質B、酵素②、など）と、どのように作用させると、どのような効果が期待されるのか、理由も含めて述べなさい。

問題IV 以下の設問に答えなさい。

設問1 ある乳がん患者のがん細胞における *BRCA1* 遺伝子 cDNA のダイレクトシーケンスの結果の一部 (33bp) を下に示す。ここに示した以外のシーケンスでは特に変異を認めなかった。リファレンスとしてヒト正常細胞における対応する塩基配列も示す。なお、コドンごとに空白を置いている。

ヒト正常細胞	非鋳型鎖	5'- ... CCT TCA CAG TGT CCT TTA TGT AAG AAT GAT ATA ... -3'
乳がん細胞	非鋳型鎖	5'- ... CCT TCA CAG TGT CCT TAA TGT AAG AAT GAT ATA ... -3'

別紙の DNA コドン表をもとに本患者のがん細胞での *BRCA1* の塩基配列にどのような種類の変異が生じ、その結果、転写されたアミノ酸にはどのような異常が生じているのか述べなさい。

設問2 この患者の *BRCA1* 遺伝子変異は germline 変異であることがわかった。germline 変異と somatic 変異との違いを述べなさい。なお、*BRCA1* はがん抑制遺伝子である。

設問3 エピジェネティック機構 (epigenetic mechanism) という用語について 40 字以内で説明しなさい。

設問4 エピジェネティック機構 (epigenetic mechanism) には複数の制御機構がある。その一つを挙げて簡潔に述べなさい。

設問5 設問1のような遺伝子変異 (genetic change) だけではなく、エピジェネティック変異 (epigenetic change) も、ヒトがんの発生に関与していることが知られている。どのようなエピジェネティック変異が発がんにつながるのか述べなさい。

DNA コドン表

	T	C	A	G
T	TTT	TCT	TAT	TGT
	Phenylalanine	Serine	Tyrosine	Cysteine
	TTC	TCC	TAC	TGC
	Phenylalanine	Serine	Tyrosine	Cysteine
C	TTA	TCA	TAA	TGA
	Leucine	Serine	Stop	Stop
	TTG	TCG	TAG	TGG
	Leucine	Serine	Stop	Tryptophan
C	CTT	CCT	CAT	CGT
	Leucine	Proline	Histidine	Arginine
	CTC	CCC	CAC	CGC
	Leucine	Proline	Histidine	Arginine
A	CTA	CCA	CAA	CGA
	Leucine	Proline	Glutamine	Arginine
	CTG	CCG	CAG	CGG
	Leucine	Proline	Glutamine	Arginine
A	ATT	ACT	AAT	AGT
	Isoleucine	Threonine	Asparagine	Serine
	ATC	ACC	AAC	AGC
	Isoleucine	Threonine	Asparagine	Serine
G	ATA	ACA	AAA	AGA
	Isoleucine	Threonine	Lysine	Arginine
	ATG	ACG	AAG	AGG
	Methionine	Threonine	Lysine	Arginine
G	GTT	GCT	GAT	GGT
	Valine	Alanine	Aspartic acid	Glycine
	GTC	GCC	GAC	GGC
	Valine	Alanine	Aspartic acid	Glycine
G	GTA	GCA	GAA	GGA
	Valine	Alanine	Glutamic acid	Glycine
G	GTG	GCG	GAG	GGG
	Valine	Alanine	Glutamic acid	Glycine