日本大学大学院総合基礎科学研究科

令和８年度入学試験問題（第一期）　解答例

試験科目	専門
専攻名	相関理化学専攻（博士前期課程）

（１）以下の **18** 問の中から **4** 問を選択して解答せよ。

（２）　解答は指定の解答用紙に記入せよ。

問題１

（１）角度θのときに質点に働く力の円の接線成分は$-mg\sin\theta$であるから，

運動方程式は$ml\frac{d^2\theta}{dt^2} = -mg\sin\theta$ となる。

（２）運動方程式の両辺に$\frac{d\theta}{dt}$を掛けて積分すれば，Cを積分定数として

$$\int \frac{d\theta}{dt}\frac{d^2\theta}{dt^2}dt = -\frac{g}{l}\int \sin\theta\frac{d\theta}{dt}dt$$

$$\frac{1}{2}\left(\frac{d\theta}{dt}\right)^2 = \frac{g}{l}\cos\theta + C$$

となる。ここで，$\theta = 0$でポテンシャルのエネルギーがゼロになるように，$C = E - \frac{g}{l}$と書き換えればよい。

（３）$\theta = \pi$のときに左辺 $\frac{1}{2}\left(\frac{d\theta}{dt}\right)^2$ が正となるとき，回転運動になる。したがって境界となる E の値は$\frac{2g}{l}$.

（４）最大振幅をθ_mとすると，$E = \frac{g}{l}(1-\cos\theta_m) = \frac{2g}{l}\sin^2\frac{\theta_m}{2}$.

（５） $\left(\frac{d\theta}{dt}\right)^2 = \frac{4g}{l}\left(\sin^2\frac{\theta_m}{2} - \sin^2\frac{\theta}{2}\right)$ より，周期 T は $z = \sin\frac{\theta}{2}/\sin\frac{\theta_m}{2}$と変数変換して，

$$T = 2\sqrt{\frac{l}{g}}\int_0^{\theta_m}\frac{d\theta}{\sqrt{\left(\sin^2\frac{\theta_m}{2} - \sin^2\frac{\theta}{2}\right)}} = 4\sqrt{\frac{l}{g}}\int_0^1\frac{dz}{\sqrt{(1-z^2)\left(1-z^2\sin^2\frac{\theta_m}{2}\right)}}\ .$$

問題２

（１）$\nabla\times(\nabla\times\boldsymbol{E})=\nabla(\nabla\cdot\boldsymbol{E})-\nabla^2\boldsymbol{E}$ より，

$$\nabla\times(\nabla\times\boldsymbol{E})=-\frac{\partial}{\partial t}\nabla\times\boldsymbol{B}$$

$$-\nabla^2\boldsymbol{E}=-\varepsilon\mu\frac{\partial^2\boldsymbol{E}}{\partial t^2}\ .$$

$\boldsymbol{B}$ も同様にして

$$\nabla\times(\nabla\times\boldsymbol{B})=\varepsilon\mu\frac{\partial}{\partial t}\nabla\times\boldsymbol{E}$$

$$-\nabla^2\boldsymbol{B}=-\varepsilon\mu\frac{\partial^2\boldsymbol{B}}{\partial t^2}\ .$$

（２）波動方程式に$\boldsymbol{E}=\boldsymbol{E_0}e^{i\boldsymbol{k}\cdot\boldsymbol{x}-i\omega t}$ を代入すると，$(-k^2+\varepsilon\mu\omega^2)\boldsymbol{E_0}e^{i\boldsymbol{k}\cdot\boldsymbol{x}-i\omega t}=0$ となり，示される。

（３）$k_x=k\sin\theta,\quad k_z=k\cos\theta.$

（４）$k\sin\theta=k'\sin\theta'=k''\sin\theta''$. ここで，分散関係 $k=\sqrt{\varepsilon_1\mu_0}\omega,\ k'=\sqrt{\varepsilon_2\mu_0}\omega,\ k''=\sqrt{\varepsilon_1\mu_0}\omega$ より，

$\frac{\sin\theta}{\sin\theta'}=\frac{k'}{k}=\sqrt{\frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_1}}$ となり，屈折の法則が導かれる。

問題３

（１）
球対称性から，電場は放射方向（極座標系の単位ベクトル $\boldsymbol{e}_r$）を向き，その大きさは中心からの距離 r のみに依存する。

球の全電荷量は $Q = \sigma \cdot 4\pi R^2$ なので，$r > R$ のとき，ガウスの法則：

$$\oint \boldsymbol{E} \cdot d\boldsymbol{S} = \frac{Q}{\varepsilon_0} \Rightarrow E(r) \cdot 4\pi r^2 = \sigma \cdot \frac{4\pi R^2}{\varepsilon_0}$$

より，電場は

$$\boldsymbol{E}(\boldsymbol{r}) = \frac{\sigma R^2}{\varepsilon_0 r^2}\,\boldsymbol{e}_r$$

となる。一方，$r < R$ のときは球の内側に電荷が存在しないため，$\boldsymbol{E}(\boldsymbol{r}) = \boldsymbol{0}$ である。

（２）
観測点 r における電位は

$$\phi(\boldsymbol{r}) = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{1}{|\boldsymbol{r} - \boldsymbol{d}/2|} - \frac{1}{|\boldsymbol{r} + \boldsymbol{d}/2|}\right)$$

と書ける。ここで $r \gg d$ のとき，テイラー展開によって以下のように近似できる

$$\frac{1}{|\boldsymbol{r} - \boldsymbol{d}/2|} \cong \frac{1}{r} + \frac{\boldsymbol{d} \cdot \boldsymbol{r}}{2r^3}, \qquad \frac{1}{|\boldsymbol{r} + \boldsymbol{d}/2|} \cong \frac{1}{r} - \frac{\boldsymbol{d} \cdot \boldsymbol{r}}{2r^3}$$

差を取ると

$$\phi(\boldsymbol{r}) \cong \frac{q}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{\boldsymbol{d} \cdot \boldsymbol{r}}{r^3} = \frac{\boldsymbol{p} \cdot \boldsymbol{r}}{4\pi\varepsilon_0 r^3} \ .$$

（３）
電場は電位の勾配により与えられる

$$\boldsymbol{E}(\boldsymbol{r}) = -\nabla\,\phi(\boldsymbol{r}) = -\nabla \frac{\boldsymbol{p} \cdot \boldsymbol{r}}{4\pi\varepsilon_0 r^3}$$

成分ごとに計算すると

$$\boldsymbol{E}(\boldsymbol{r}) = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{3(\boldsymbol{p}\cdot\boldsymbol{r})\boldsymbol{r}}{r^5} - \frac{\boldsymbol{p}}{r^3}\right).$$

問題４

（１）N 個の全吸着サイトから n 個の孤立原子サイトを選ぶ場合の数は${}_N C_n$ に等しい。2 原子分子の個数は$\frac{N-n}{2}$個であり，これを残りの $N-n$ サイトから選ぶので，その場合の数は${}_{N-n}C_{(N-n)/2}$ である。よって，全微視的状態の個数は

$$\mathrm{W} = {}_N C_n \times {}_{N-n}C_{(N-n)/2} = \frac{N!}{n!\left[\left(\frac{N-n}{2}\right)!\right]^2} \ .$$

（２）スターリングの公式を用いると

$$\mathrm{W} = \frac{N!}{n!\left[\left(\frac{N-n}{2}\right)!\right]^2} \cong \frac{N^N}{n^n\left(\frac{N-n}{2}\right)^{N-n}}$$

よって系のエントロピーは

$$S = k_B \ln W = k_B\left[N\ln N - n\ln n - (N-n)\ln\left(\frac{N-n}{2}\right)\right]$$
$$= Nk_B\left[\ln N - x\ln(Nx) - (1-x)\ln\left(\frac{N(1-x)}{2}\right)\right]$$
$$= -Nk_B\left[x\ln x + (1-x)\ln\left(\frac{1-x}{2}\right)\right] \ .$$

（３）系の力学的エネルギーは，

$$U = n\varepsilon_1 + (N-n)\varepsilon_2 = N[\varepsilon_2 - (\varepsilon_2 - \varepsilon_1)x]$$

で与えられる。熱力学の関係式より

$$\frac{1}{T} = \frac{dS}{dU} = \frac{dx}{dU}\frac{dS}{dx} = \frac{k_B}{(\varepsilon_2-\varepsilon_1)}\left(\ln x - \ln\left(\frac{1-x}{2}\right)\right) = \frac{k_B}{(\varepsilon_2-\varepsilon_1)}\ln\frac{2x}{1-x}$$

よって

$$\frac{2x}{1-x} = \exp[\beta(\varepsilon_2-\varepsilon_1)]$$
$$\therefore x = \frac{\exp[\beta(\varepsilon_2-\varepsilon_1)]}{2+\exp[\beta(\varepsilon_2-\varepsilon_1)]} \ .$$

これを代入して，

$$U = N[\varepsilon_2 - (\varepsilon_2-\varepsilon_1)x] = N\,\frac{2\varepsilon_2 + \varepsilon_1\exp[\beta(\varepsilon_2-\varepsilon_1)]}{2+\exp[\beta(\varepsilon_2-\varepsilon_1)]} \ .$$

（４）$\varepsilon_1 < \varepsilon_2$のとき，$T \to 0$では，すべて孤立原子になる。よって$U \to N\varepsilon_1$。
$\varepsilon_1 > \varepsilon_2$のとき，$T \to 0$では，すべて 2 原子分子になる。よって$U \to N\varepsilon_2$。

どちらの場合も$T \to +\infty$ の極限では，エントロピーが最大$(x = 1/3)$になり，

$$U \to N\frac{2\varepsilon_2 + \varepsilon_1}{3} \ .$$

問題５

（１）$x < 0$ の領域では $V(x) = 0$ より，

$$\frac{d^2\psi}{dx^2} + k^2\psi = 0, \qquad k = \frac{\sqrt{2mE}}{\hbar}$$

$$\psi(x) = A\,e^{ikx} + B\,e^{-ikx}\ .$$

$x \geq 0$ の領域では $V(x) = V_0$ より，

$$\frac{d^2\psi}{dx^2} = \kappa^2\psi, \qquad \kappa = \frac{\sqrt{2m(V_0 - E)}}{\hbar}$$

$$\psi(x) = C\,e^{\kappa x} + D\,e^{-\kappa x}\ .$$

（２）連続条件（$x = 0$）より

$$A + B = C + D$$

$$ikA - ikB = \kappa C - \kappa D\ .$$

また $x \to \infty$ での発散防止のため $C = 0$ として，

$$A + B = D$$

$$ikA - ikB = -\kappa D\ .$$

これらを連立して解いて，

$$(ik + \kappa)A = (ik - \kappa)B$$

$$\frac{B}{A} = \frac{ik + \kappa}{ik - \kappa}\ .$$

（３）入射波 $A\,e^{ikx} \to j_i = \frac{\hbar k|A|^2}{m}$

反射波 $B\,e^{-ikx} \to j_r = -\frac{\hbar k|B|^2}{m}$

よって反射率は

$$R = \frac{|B|^2}{|A|^2} = \left|\frac{ik + \kappa}{ik - \kappa}\right|^2 = 1\ .$$

（４）連続条件：

$x = 0$ において，$A + B = C + D$, $ik(A - B) = \kappa(C - D)$

$x = a$ において，$Ce^{\kappa a} + De^{-\kappa a} = Fe^{ika}$, $\kappa(Ce^{\kappa a} - De^{-\kappa a}) = ikFe^{ika}$

これらを連立して $\frac{F}{A}$ を求めると，

$$\frac{F}{A} = \frac{4ik\kappa e^{-ika}}{(k + i\kappa)^2 e^{\kappa a} - (k - i\kappa)^2 e^{-\kappa a}}$$

となる。

入射波 $A\,e^{ikx} \to j_i = \frac{\hbar k|A|^2}{m}$　　透過波 $F\,e^{ikx} \to j_r = \frac{\hbar k|F|^2}{m}$

よって透過率は

$$R = \frac{|F|^2}{|A|^2} = \left[1 + \frac{V_0^2\,sinh^2(\kappa a)}{4E(V_0 - E)}\right]^{-1}.$$

問題６

（１）(a)

$f(z)=\frac{1}{z^3+1}$とすると，閉曲線 C 内部の$f(z)$の極は $z=-1$ のみであり，$z=-1$は１位の極である。よって，留数定理により，

$$I=\oint_C f(z)dz=2\pi i\,\mathrm{Res}\,f(z=-1)=2\pi i\lim_{z\to -1}\frac{z+1}{z^3+1}=\frac{2\pi i}{3}\ .$$

(b)

$$I=\oint_C f(z)dz=\int_{OA}f(z)dz+\int_{AB}f(z)dz+\int_{BO}f(z)dz$$

ここで，$R\to+\infty$のとき第 2 項は 0 に近づく。実変数 t を用いて，第 1 項では $z=e^{2\pi i/3}t$，第 3 項では $z=e^{-2\pi i/3}t$ と置くことにより，

$$\lim_{R\to+\infty}\oint_C f(z)dz=\left(e^{2\pi i/3}-e^{-2\pi i/3}\right)\int_0^{+\infty}\frac{1}{t^3+1}dt=\sqrt{3}i\int_0^{+\infty}\frac{1}{t^3+1}dt=\frac{2\pi i}{3}\ .$$

よって

$$S=\int_0^{+\infty}\frac{1}{t^3+1}dt=\frac{2\pi}{3\sqrt{3}}\ .$$

（２）

$$\frac{dy}{dx}-\frac{1}{x}y=2x^2$$

の両辺を x で割り

$$\frac{1}{x}\frac{dy}{dx}-\frac{1}{x^2}y=\frac{d}{dx}\left(\frac{y}{x}\right)=2x\ .$$

両辺を x で積分して

$$\frac{y}{x}=x^2+C\ \left(C\text{は積分定数}\right).$$

よって，微分方程式の一般解は

$$y=x^3+Cx\ .$$

初期条件 $x=1$，$y=2$ より，$C=1$。よって $y=x^3+x$.

（３）行列Aの固有値を ε とおくと

$$|\varepsilon E-A|=\varepsilon^3-3(\alpha^2+\beta^2)\varepsilon-2\alpha(\alpha^2-3\beta^2)$$
$$=(\varepsilon-2\alpha)[\varepsilon^2+2\alpha\varepsilon+(\alpha^2-3\beta^2)]=0\ .$$

よって，Aは 3 つの固有値

$$\varepsilon=2\alpha,-\alpha\pm\sqrt{3}\beta$$

をもつ。

問題７

（１）		最小波数　$82.5\ \mathrm{kcm^{-1}}$ 最大波数　$110\ \mathrm{kcm^{-1}}$
（２）	(a)	a: 引力の効果，電子数に比例する b: 斥力（排除体積効果）の効果，原子の大きさに比例する
	(b)	$\left(P_r + \frac{3}{V_r^2}\right)\left(V_r - \frac{1}{3}\right) = \frac{8}{3}T_r$

採点欄

問題８

（１）

0.0316 mL	いずれかを○で囲む **多く加えられた**・**少なくて済んだ**

（２）

0.0100 mL	いずれかを○で囲む **多く加えられた**・**少なくて済んだ**

（３）

100.043 %

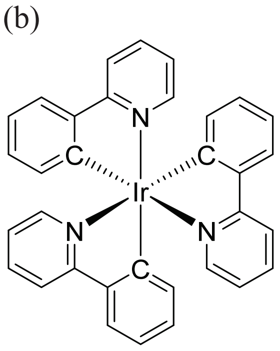
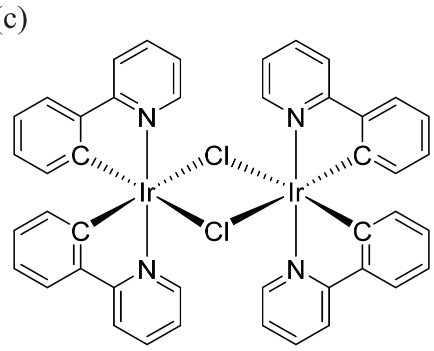
（４）

指	示	薬	濃	度	の	誤	調	製	で	、	滴	定	剤	の
滴	下	量	は	本	来	よ	り	約	**0**	**.**	**0**	**4**	**%**	多
く	な	っ	た	が	、	差	は	極	め	て	小	さ	く	定
量	値	へ	の	影	響	は	限	定	的	で	あ	る	。	一
方	、	低	濃	度	の	指	示	薬	で	は	赤	褐	色	沈
殿	が	視	認	し	づ	ら	く	な	る	た	め	、	終	点
判	断	が	困	難	と	な	り	、	操	作	ご	と	の	再
現	性	が	低	下	す	る	不	都	合	が	生	じ	る	。

120 字

採点欄

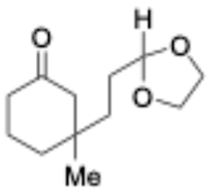
問題９

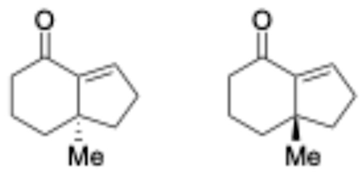
（１）	(a) 四面体	(b) 平面三角形	(c) 平面三角形	(d) 四面体
（２）	(a) ６	(b) ４	(c) ３	(d) ２
（３） (a)	名称　(A) 面心立方格子	(B) 六方最密構造	(C) 体心立方格子	(D) 単純立方格子
	配位数　12	12	8	6
(b)	(C) 2		(D) 1	
（４）	(a)　**bpy** は，中性配位子であるのに対して，**ppy** は-１価の陰イオン性配位子として働く（一例）。			
	(b)  fac 型			
	(c) 			

採点欄

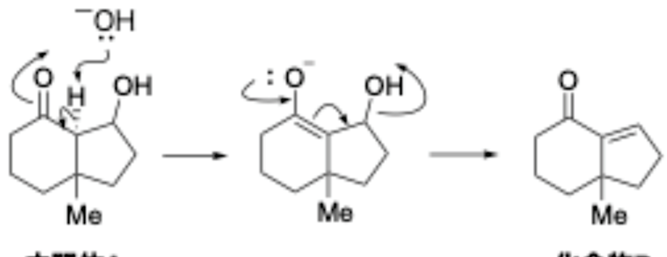
問題１０

（1）	③

（2）	

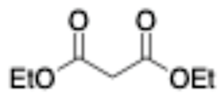
（3）	

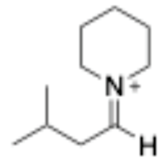
（4）	①

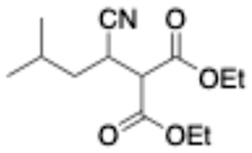
（5）	 中間体A　　　　　　化合物B

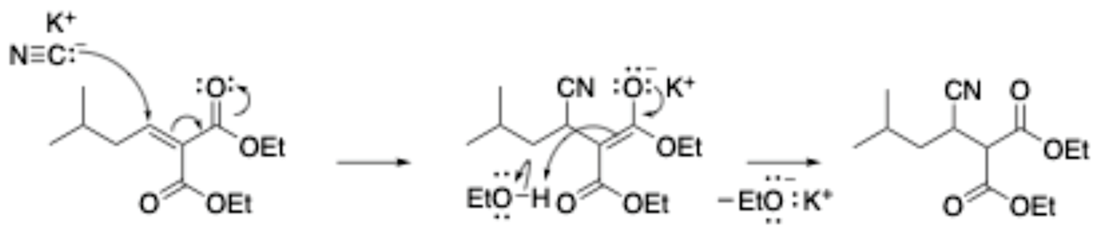
採点欄

問題１１

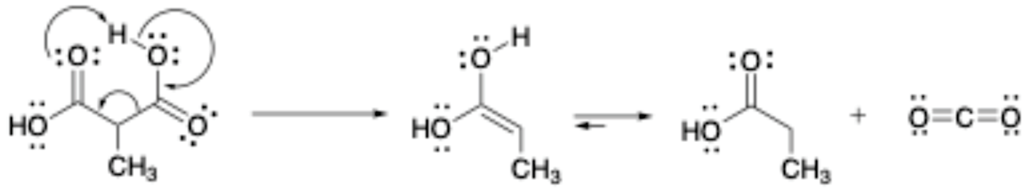
（１） 

（２） 

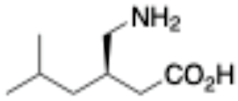
（３） 

（４） 

C　D

（５） 

H　I

（６） 

採点欄

問題１２

（１）

A	**1998**	B	日本
C	等温増幅	D	**PCR**
E	現場	F	**65**
G	**RNA**	H	ウラシル**(U)**
I	チミン**(T)**	J	カルセイン

（２）

ア	**d**

（３）

イ	鎖置換	ウ	***Bst***
エ	ピロリン酸		

採点欄

問題１３

（１）
(A) ⑤

(B) ①

(C) ③

(D) ④

（２）
(a) ６位

(b)
細胞内に取り込まれたグルコースを再び細胞外へと輸送されないようにするため。なぜならば，グルコース 6 リン酸（or リン酸化されたグルコース）を細胞外へ輸送するトランスポーターはないから。また，グルコース６リン酸になると（or グルコースがリン酸化されると）解糖系で代謝されることが決定される。

(c)
食事前の通常の血糖値では，ほとんどの細胞でヘキソキナーゼが働きグルコースをリン酸化し解糖系が機能しているが，肝臓のグルコキナーゼは Km が高いため働いていない。しかし，食事後，血糖値が高まり 20mM 付近になってくると，肝臓のグルコキナーゼが働きだしてグルコースをリン酸化する。(この際，グルコキナーゼの Vmax は高いので，グルコースの濃度が高まっても速やかにはたらき続け，)リン酸化グルコースをグリコーゲン合成経路へと回し，血糖値を下げる。

問題１４

（1）

注目している遺伝子について，組織や発生段階ごとに RT-PCR や RNA seq を行い，異なる構造の mRNA が検出されるかどうか検討する。

（2）

メス

dsx mRNA 前駆体のスプライシング： オス型のスプライシングを受ける。
Dsx タンパク質： オス型の Dsx タンパク質が産生される。
性に関する表現型： オス化する。

オス

dsx mRNA 前駆体のスプライシング： 野生型同様にオス型のスプライシングを受ける。
Dsx タンパク質： 野生型同様にオス型の Dsx タンパク質が産生される。
性に関する表現型： 異常なくオスになる。

（3）

オスにおいては，Msl2 タンパク質のはたらきにより X 染色体に座上する遺伝子の発現量が他の遺伝子座の約２倍になっている。一方メスにおいては，Sxl タンパク質が msl2 mRNA 前駆体のスプライシングを調節することで，機能する Msl2 タンパク質が産生されない。そのため，２本ある X 染色体それぞれから他の遺伝子座と同等量の発現が起こり，オスの１本の X 染色体からの発現量とつりあう。

（4）

多くの哺乳類は XY 型の性染色体をもつ。メスにおいては，発生初期に２本ある X 染色体の片方がランダムにヘテロクロマチン化し，不活性化する。これにより各細胞は機能する X 染色体を１本だけもつことになり，オスの遺伝子量とつりあう。X 染色体のヘテロクロマチン状態は細胞分裂を経ても維持され，子孫細胞に受け継がれる。

問題１５

（１）

ミトコンドリアの起源となった生物Xは好気性の α プロテオバクテリアであり，それを取り込んだ宿主Yはアーキア系統の嫌気性の単細胞生物であったと考えられている。ミトコンドリアを獲得したことでYは好気呼吸を行えるようになり，効率的にATPを産生できるようになった。エネルギー収支の飛躍的な向上により，細胞は大型化・複雑化するとともに，多様な代謝経路を獲得することが可能になった。

（２）

真核細胞では，核膜によってゲノム DNA を細胞質から隔離することで転写と翻訳の場を空間的に分離させることができ，それによってmRNAのスプライシングや転写後修飾など高度な遺伝子発現制御を行うことが可能となった。

（３）

真核生物の鞭毛は，微小管で形成された軸糸が「9+2 構造」と呼ばれる配置をとり，ATPを利用してダイニンが隣接する微小管間に滑り運動を生じさせ，それが構造的制約によって波打つような屈曲運動に変換されて推進力を生む。一方，原核生物の鞭毛は，フラジェリンで構成された鞭毛フィラメント・フック・基底部からなり，基底部にあるモーターがプロトンの濃度勾配を利用して鞭毛全体に回転運動を生じさせることによって細胞が推進する。

（４）

糸状仮足は細長く突出した形状で，内部のアクチンフィラメントは束状（平行に整列）になっており，フィラメントの重合による伸長で仮足が伸びる。一方，葉状仮足は幅広く平らな形状で，内部のアクチンフィラメントは枝分かれとフィラメント間のクロスリンクによって網目状に配置し，フィラメントの重合と分解が動的に繰り返されて膜全体が前方へ押し出されることで仮足が伸展する。

（５）

細胞外液の浸透圧が低下すると，水が細胞内へ流入し，細胞は膨張する。これに対して細胞は，細胞膜上のイオンチャネルや輸送体を活性化し，主にK+やCl-といったイオンなどを排出して細胞内の浸透圧を低下させる。その結果，細胞内外の浸透圧差が解消して水の流入が止まり，細胞体積は回復する。この仕組みは調節性体積減少（regulatory volume decrease；RVD）と呼ばれる。

問題１６

（１）生物種名：ウサギ，ニワトリ，トカゲ，カエル，メダカ，サメ

（２）
B 細胞では，抗体の可変領域を構成する重鎖遺伝子のＶ・Ｄ・Ｊセグメントおよび軽鎖遺伝子のＶ・Ｊセグメントがそれぞれ任意に組み合わされる遺伝子の再編成が起こり，抗体遺伝子は多様化する。さらに，抗原刺激後に可変領域に生じる体細胞超変異によって抗原に対してより高い親和性をもつ抗体を産生するようになったエフェクターB 細胞が選択的に増殖する。これらの仕組みによって，膨大な種類の抗体を産生することが可能となる。

（３）
一般的に IgM 抗体は感染初期に一過性に出現するのに対し，IgG 抗体はやや遅れて出現して長期的に持続する。IgM 抗体が検出され，IgG 抗体がほとんど検出されなかったことから，A さんには過去に当該ウイルスに対しての感染歴はなく，ごく最近初めて感染し，現在感染の初期段階にあることが示唆される。

（４）
ホルムアルデヒド固定だけでは細胞膜が十分に破れていないため，抗体が細胞内の抗原 B に到達できなかったと考えられる。これに対し，冷メタノールは固定と同時に膜を可溶化して透過化するため，処理後は抗体が細胞内部に侵入することができるようになるため期待通りに染色された。

（５）
モノクローナル抗体はタンパク質 C 上の特定の１つのエピトープだけを認識するため，遺伝子 C の部分変異によってそのエピトープが変化あるいは消失した結果，結合できなくなったと考えられる。一方，ポリクローナル抗体は複数の異なるエピトープを同時に認識する抗体の混合物なので，変異で一部のエピトープが失われても残ったエピトープに結合でき，ウェスタンブロットでバンドを検出できた。

問題１７

（１）
（あ），（え），（き），（く）　　または　　（い），（う），（き），（く）
一次抗体の宿主動物種に対応する二次抗体を選択したうえで，抗体の動物種がクロスしないようにする必要がある。また，染色する抗原を識別するため，異なる蛍光分子を用いる必要がある。

（２）
B
核の周囲に広がる網目状の分布が見られる。これは，小胞体が細胞質全体に広がる様子に一致する。

（３）
C
核の近傍に，主に１箇所に集合した塊状のシグナル分布が見られる。これは，典型的なゴルジ体の形態に一致する。

問題１８

（１）
遺伝子 *a* は 核ラミナを構成するラミンをコードしていると考えられる。理由は，免疫染色で観察された核膜内側に沿った連続的な縁取り像と網目状の線維構造が，哺乳類細胞における核ラミナの典型的な分布様式に一致するからである。

（２）
遺伝子 *b* は ラミンと結合し，核ラミナの組織化や安定化を担う因子であると考えられる。
理由は，タンパク質 B がラミンの局在部位に点在するためラミン結合または近傍で作用する因子であると考えられること，遺伝子 *b* のノックアウトでは細胞死が起こったため細胞生存に必須の機能を担っていると考えられること，ノックダウンでラミンの免疫染色像が不明瞭になり運動性が低下したためタンパク質 B は核ラミナの組織化や核-細胞骨格の連結を制御していると考えられること，の３つである。

（３）
がん細胞と神経細胞で結果が異なったのは，細胞型によってラミンアイソフォームの構成や結合因子の冗長性が異なるためである。

日本大学大学院総合基礎科学研究科

令和８年度入学試験問題（第一期）解答例

試験科目	外国語（英語）
専攻名	相関理化学専攻（博士前期課程）

解答は指定の解答用紙に記入せよ。

問題１

（１）[redacted] この部分は著作権の都合上，公開できません。

（２）メタンは四面体分子構造を有する。その４つの炭素–水素（C–H）結合は，炭素の sp^3混成軌道と水素の 1s 軌道の重なりによって形成されるシグマ（σ）結合である。水素化ホウ素イオン（$[BH_4]^-$）は類似の四面体構造をもつ化学種である。

（３）再生医療は，iPS 細胞などの多能性幹細胞や組織幹細胞の技術を中心に発展してきた。これまでに特定の組織の細胞を分化誘導して作ることは可能になったが，依然として大きな課題は臓器や器官の再構築である。この課題に対しては立体培養などの技術が進展しており，現在では特定の臓器を小規模に模した構造を作ることが可能な段階に至っている。

問題２

（１）Let us consider the case where (when) this variable is complex.

（２）The sum of a body’s kinetic energy and potential energy is conserved. This is called the conservation law of mechanical energy.

（３）The molecular structure of the compound was determined by X-ray diffraction analysis.

（４）This reaction of compound A with compound B exhibited high reproducibility.

（５）It is necessary to find methods to minimize the loss of cell viability when working with cultured cells.

（６）The gene of interest has been inserted into this plasmid using restriction enzymes.