

理 科〔問 題〕

(100点・80分)

注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見たり、裏返したりしてはいけません。
2. 出題科目、設問、ページ及び選択方法は、下表のとおりです。

出題科目	設問	ページ	選 択 方 法
物 理	第1～2問	4～9	左の3科目（設問第1～6問）6問のうちから、2問を選択し、解答しなさい。指定数をこえて解答してはいけません。
化 学	第3～4問	10～20	
生 物	第5～6問	22～33	
物 理	第7問	34	左の3科目（設問第7～9問）3問のうちから、1問を選択し、解答しなさい。指定数をこえて解答してはいけません。
化 学	第8問	36～37	
生 物	第9問	38～39	

3. この問題冊子は39ページあり、解答用紙は1枚（両面）です。
試験中に問題冊子・解答用紙の印刷不鮮明、ページの落丁などに気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせなさい。
4. 試験開始後、ただちに解答用紙の所定の記入欄に、氏名・受験番号・誕生日をそれぞれ正しく記入し、さらに受験番号・誕生日をその下のマーク欄にマークしなさい。また、解答問題欄には、選択解答する3問をマークしなさい。ただし、指定数（3問）をこえてマークした場合は、0点とします。
5. 受験番号・誕生日が正しくマークされていない場合は、採点できないことがあります。
6. 解答は、解答用紙の解答欄に各設問で指示された方法で記入しなさい。
例えば、

20

 と表示のある問いに対して②と解答する場合は、次の(例)のように解答番号20の解答欄の②にマークしなさい。

(例)

解答番号	解 答 欄
20	① ● ③ ④

7. 問題冊子の余白等は、下書きなどに適宜利用してよいが、各設問で指示された解答は、必ず解答用紙の解答欄に指示された方法で記入しなさい。
8. 試験終了後、提出は解答用紙のみとし、問題冊子は持ち帰りなさい。

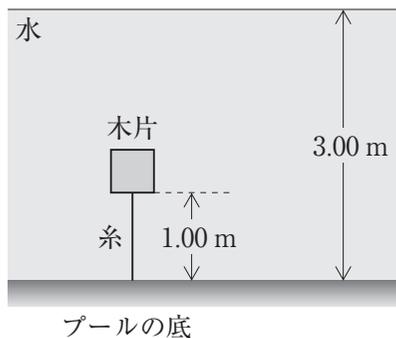
(下書き用紙)

(下書き用紙)

物 理

第1問 以下の問1～問3について、 ～ に最も適するものを、それぞれの解答群の中から1つずつ選べ。

問1 図のように、長さ1.00 mの糸の一端を水深3.00 mのプールの底に固定した。この糸の他端に1辺の長さが0.40 m、密度が $5.0 \times 10^2 \text{ kg/m}^3$ の立方体の木片を取り付けて水中で静止させた。このとき、木片の上面が受ける圧力は Paで、糸の張力の大きさは Nである。ただし、大気圧を $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ 、水の密度を $1.00 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ 、重力加速度の大きさを 10 m/s^2 とする。また、水中で静止した木片の上面は水平で、糸は鉛直になっていたものとする。



の解答群

- ① 1.0×10^5 ② 1.2×10^5 ③ 1.4×10^5
④ 1.6×10^5 ⑤ 1.8×10^5 ⑥ 2.0×10^5

の解答群

- ① 1.6×10^2 ② 2.5×10^2 ③ 3.2×10^2
④ 4.8×10^2 ⑤ 5.0×10^2 ⑥ 6.4×10^2

問2 内部抵抗 $4.5\ \Omega$ の電流計で測定可能な電流の最大値を 10 倍にするには、
 Ω の抵抗をこの電流計と に接続する。 と
 の正しい組み合わせは である。

また、内部抵抗 $0.50\ \text{k}\Omega$ の電圧計で測定可能な電圧の最大値を 10 倍にする
 には、 $\text{k}\Omega$ の抵抗をこの電圧計と に接続する。
 と の正しい組み合わせは である。

の解答群

	a	b
①	0.50	直列
②	4.5	直列
③	41	直列
④	0.50	並列
⑤	4.5	並列
⑥	41	並列

の解答群

	c	d
①	0.50	直列
②	4.5	直列
③	10	直列
④	0.50	並列
⑤	4.5	並列
⑥	10	並列

問3 空気中にある屈折率 1.5 のガラス板の上面に屈折率 1.6 の薄膜が付けられている。波長が $640 \times 10^{-9} \text{ m}$ の光が空気中から薄膜へ垂直に入射したとき、薄膜中での光の波長は $\times 10^{-9} \text{ m}$ である。このとき、空気と薄膜の境界で反射した光と、薄膜とガラス板の境界で反射した光が弱めあうための薄膜の厚さの最小値は $\times 10^{-6} \text{ m}$ である。ただし、空気の屈折率を 1.0 とする。

の解答群

- ① 300 ② 350 ③ 400 ④ 780 ⑤ 960 ⑥ 1000

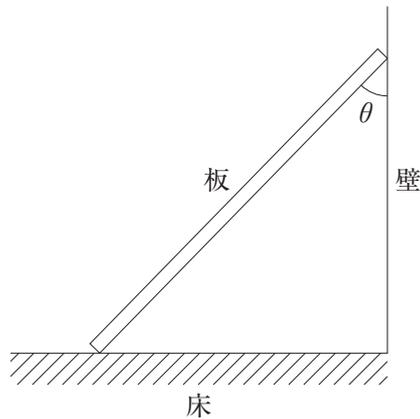
の解答群

- ① 0.13 ② 0.20 ③ 0.44 ④ 4.0 ⑤ 4.3 ⑥ 4.8

物 理

第2問 以下の問1～問4について、 ～ に最も適するものを、それぞれの解答群の中から1つずつ選べ。

問1 図のように、水平で粗い床の上に密度が一様で質量が m の板を置き、鉛直で滑らかな壁に対して角度 θ で立てかけたところ、板は静止していた。このとき、板の上端にはたらく壁からの垂直抗力の大きさは である。また、 θ を大きくしていき、ある角度 θ_m を超えると、板は滑り出す。このとき、 $\tan \theta_m =$ である。ただし、床と板の間の静止摩擦係数を μ 、重力加速度の大きさを g とする。



の解答群

- ① $\frac{1}{2} mg \cos \theta$ ② $\frac{1}{2} mg \tan \theta$ ③ $mg \cos \theta$
④ $mg \tan \theta$ ⑤ $2mg \cos \theta$ ⑥ $2mg \tan \theta$

の解答群

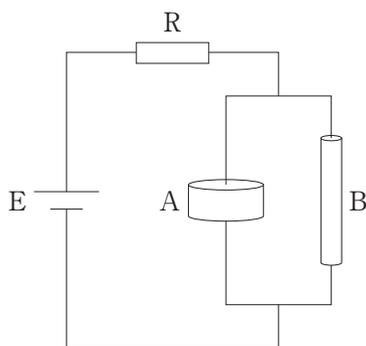
- ① 2μ ② μ ③ $\frac{3}{2}\mu$ ④ $\frac{2}{3}\mu$ ⑤ $\sqrt{2}\mu$ ⑥ $\frac{1}{\sqrt{2}}\mu$

問2 体積 $2.0 \times 10^{-2} \text{ m}^3$ 、圧力 $1.66 \times 10^5 \text{ Pa}$ 、物質量 1.0 mol の単原子分子理想気体がある。この気体を等温変化させて気体の圧力を $2.50 \times 10^5 \text{ Pa}$ にしたとき、気体の体積は $\boxed{\text{a}}$ $\times 10^{-2} \text{ m}^3$ 、気体分子1個あたりの運動エネルギーの平均値は $\boxed{\text{b}}$ $\times 10^{-21} \text{ J}$ となる。 $\boxed{\text{a}}$ と $\boxed{\text{b}}$ の正しい組み合わせは $\boxed{\text{9}}$ である。ただし、気体定数を $8.3 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$ 、ボルツマン定数を $1.4 \times 10^{-23} \text{ J/K}$ とする。

$\boxed{\text{9}}$ の解答群

	a	b
①	1.3	2.5
②	1.3	3.3
③	1.3	8.4
④	0.75	2.5
⑤	0.75	3.3
⑥	0.75	8.4

問3 同じ材質でできた一様な金属棒 A と B があり、B の長さは A の3倍、B の断面積は A の $\frac{1}{5}$ 倍である。これらの金属棒と、端子電圧 10.0 V の電源 E、抵抗値 2.5Ω の抵抗 R を接続して、図のような回路を作成したところ、R に流れる電流が 1.00 A であった。金属棒 A の抵抗値は $\boxed{\text{10}}$ Ω である。



$\boxed{\text{10}}$ の解答群

- ① 3.0 ② 8.0 ③ 15 ④ 40 ⑤ 90 ⑥ 120

問 4 電気量 q 、質量 m_1 の陽イオン K_1 と、電気量 q 、質量 m_2 の陽イオン K_2 がある。これらの陽イオンをそれぞれ初速度 0 の状態から電位差 V で加速させた後、陽イオンの運動方向と垂直な向きの磁束密度 B の一様な磁場中に入射させたところ、 K_1 は直径 d_1 の、 K_2 は直径 d_2 の円運動をした。磁場中で円運動している K_1 の速さは 11 である。また、 K_1 と K_2 の質量比は $\frac{m_1}{m_2} =$ 12 である。

11 の解答群

- ① $\sqrt{\frac{2qV}{m_1}}$ ② $\sqrt{\frac{2m_1V}{q}}$ ③ $\sqrt{\frac{2m_1q}{V}}$
 ④ $\sqrt{\frac{qV}{2m_1}}$ ⑤ $\sqrt{\frac{m_1V}{2q}}$ ⑥ $\sqrt{\frac{m_1q}{2V}}$

12 の解答群

- ① $\sqrt{\frac{d_2}{d_1}}$ ② $\frac{d_2}{d_1}$ ③ $\left(\frac{d_2}{d_1}\right)^2$
 ④ $\sqrt{\frac{d_1}{d_2}}$ ⑤ $\frac{d_1}{d_2}$ ⑥ $\left(\frac{d_1}{d_2}\right)^2$

化 学

第3問 次の問い（問1～問6）の答えを解答欄に記入せよ。

問1 20℃において、 2.0×10^5 Paの N_2 が水10 Lに接している。この水に溶けている N_2 の体積は標準状態（0℃、 1.013×10^5 Pa）で何Lか。次の①～⑧のうちから最も近いものを1つ選べ。ただし、20℃において 1.013×10^5 Paの N_2 が接している水1 Lには 7.08×10^{-4} molの N_2 が溶けているものとする。また、気体は理想気体とし、気体定数は $R = 8.31 \times 10^3$ Pa·L/(K·mol) とする。

L

① 0.11 ② 0.21 ③ 0.31 ④ 0.41

⑤ 0.51 ⑥ 0.61 ⑦ 0.71 ⑧ 0.81

問2 空欄 , にあてはまるものの組み合わせとして最適なものを下の①~⑧のうちから1つ選べ。ただし、気体は理想気体とし、気体定数は $R=8.31 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$ とする。

四酸化二窒素 N_2O_4 を容積可変の密閉容器に 1.00 mol 入れて、 27°C で $1.80 \times 10^5 \text{ Pa}$ に保ったところ、 $\text{N}_2\text{O}_4(\text{気}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{気})$ で表される平衡状態になり、 N_2O_4 と NO_2 の混合気体の体積は 16.6 L となった。この平衡状態における N_2O_4 と NO_2 の物質量の和は mol であり、 NO_2 の物質量は mol である。

	ア	イ
①	0.60	0.20
②	0.60	0.30
③	0.60	0.40
④	0.60	0.50
⑤	1.2	0.20
⑥	1.2	0.30
⑦	1.2	0.40
⑧	1.2	0.50

問3 ア～ウの正誤の組み合わせとして最適なものを下の①～⑧のうちから1つ選べ。ただし、水溶液の温度変化は無視できるものとする。 15

- ア 飽和食塩水に硝酸銀水溶液を加えると、塩化ナトリウムの沈殿が生じる。
 イ 飽和食塩水に単体のナトリウムの小片を加えると、塩化ナトリウムの沈殿が生じる。
 ウ 飽和食塩水に気体の塩化水素を吹き込むと、塩化ナトリウムの沈殿が生じる。

	ア	イ	ウ
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤

問 4 ア～ウの正誤の組み合わせとして最適なものを下の①～⑧のうちから1つ選べ。

16

- ア 臭化カリウム水溶液に塩素を通じると，臭素が遊離する。
- イ 硫酸銅（Ⅱ）水溶液に銀の板を入れると，銅が析出する。
- ウ 硫酸で酸性にした過マンガン酸カリウム水溶液に過酸化水素水を加えると，酸素が発生する。

	ア	イ	ウ
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤

問5 空欄 **ア** ~ **ウ** にあてはまるものの組み合わせとして最適なものを下の①~⑧のうちから1つ選べ。 **17**

- ・硫黄の単体である斜方硫黄の分子式は **ア** である。
- ・火山ガスなどに含まれる **イ** は腐卵臭のある有毒な気体であり、 Cu^{2+} 、 Cd^{2+} 、 Pb^{2+} などを含む水溶液に **イ** を通じると沈殿を生じる。
- ・ **ウ** は水に溶けると亜硫酸を生じ、弱い酸性を示す。

	ア	イ	ウ
①	S_2	二酸化硫黄	二酸化硫黄
②	S_2	二酸化硫黄	三酸化硫黄
③	S_2	硫化水素	二酸化硫黄
④	S_2	硫化水素	三酸化硫黄
⑤	S_8	二酸化硫黄	二酸化硫黄
⑥	S_8	二酸化硫黄	三酸化硫黄
⑦	S_8	硫化水素	二酸化硫黄
⑧	S_8	硫化水素	三酸化硫黄

問6 ア～ウの正誤の組み合わせとして最適なものを下の①～⑧のうちから1つ選べ。

18

- ア 塩化ナトリウム水溶液を電気分解すると、単体のナトリウムが得られる。
- イ 単体のナトリウムがメタノールと反応すると、酸素が発生する。
- ウ 水酸化ナトリウムは潮解性を示す。

	ア	イ	ウ
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤

化 学

第4問 次の問い（問1～問6）の答えを解答欄に記入せよ。

問1 エタン C_2H_6 の C-H の結合エネルギー（結合エンタルピー）はいくらか。
次の①～⑧のうちから最も近いものを1つ選べ。ただし、C-C, O=O, O-H, C=O の結合エネルギー（結合エンタルピー）をそれぞれ 370 kJ/mol, 498 kJ/mol, 463 kJ/mol, 804 kJ/mol とし、気体のエタン 1 mol が完全燃焼して気体の二酸化炭素と液体の水が生成するとき放出される熱量を 1561 kJ, 水 1 mol が蒸発するときに吸収する熱量を 44 kJ とする。 19 kJ/mol

- ① 109 ② 209 ③ 309 ④ 409
⑤ 509 ⑥ 609 ⑦ 709 ⑧ 809

問2 空欄 **ア** ~ **ウ** にあてはまるものの組み合わせとして最適なものを下の①~⑧のうちから1つ選べ。 **20**

アセチレンは常温・常圧で無色，無臭の気体であり，実験室では炭化カルシウムと **ア** を反応させてつくる。アセチレンは付加反応しやすく，アセチレンに水を付加すると，不安定な化合物を経て **イ** が得られる。また，アセチレンにシアン化水素を付加すると，高分子化合物の原料となる **ウ** が得られる。

	ア	イ	ウ
①	水素	アセトアルデヒド	アクリロニトリル
②	水素	アセトアルデヒド	酢酸ビニル
③	水素	アセトン	アクリロニトリル
④	水素	アセトン	酢酸ビニル
⑤	水	アセトアルデヒド	アクリロニトリル
⑥	水	アセトアルデヒド	酢酸ビニル
⑦	水	アセトン	アクリロニトリル
⑧	水	アセトン	酢酸ビニル

問3 炭素，水素，酸素からなる化合物 25 mg を完全燃焼させたところ，二酸化炭素 66 mg と水 27 mg が生じた。この化合物の組成式として最適なものを次の①~⑧のうちから1つ選べ。ただし，原子量は H=1.0, C=12.0, O=16.0 とする。 **21**

- ① C_4H_8O ② $C_4H_{10}O$ ③ $C_5H_{10}O$ ④ $C_5H_{12}O$
 ⑤ $C_6H_{12}O$ ⑥ $C_6H_{14}O$ ⑦ $C_7H_{12}O$ ⑧ $C_7H_{14}O$

問 4 下線部ア～ウの正誤の組み合わせとして最適なものを下の①～⑧のうちから
1つ選べ。 22

- ・油脂は高級脂肪酸と ア エチレングリコール のエステルである。
- ・セッケンを水に溶かすと、水と空気との境界面では、セッケンの脂肪酸イオンが親水基である -COO^- を イ 空気側に向けて 配列する。
- ・合成洗剤であるアルキルベンゼンスルホン酸ナトリウムの水溶液は ウ 塩基性 を示す。

	ア	イ	ウ
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤

問5 空欄 ~ にあてはまるものの組み合わせとして最適なものを下の①~⑧のうちから1つ選べ。

- ・トルエンを穏やかな条件で酸化すると が生成する。
- ・ナフタレンを触媒を用いて酸化すると が生成する。
- ・*p*-キシレンを触媒を用いて酸化すると が生成する。

	ア	イ	ウ
①	ベンゼンスルホン酸	無水フタル酸	サリチル酸
②	ベンゼンスルホン酸	無水フタル酸	テレフタル酸
③	ベンゼンスルホン酸	無水酢酸	サリチル酸
④	ベンゼンスルホン酸	無水酢酸	テレフタル酸
⑤	ベンズアルデヒド	無水フタル酸	サリチル酸
⑥	ベンズアルデヒド	無水フタル酸	テレフタル酸
⑦	ベンズアルデヒド	無水酢酸	サリチル酸
⑧	ベンズアルデヒド	無水酢酸	テレフタル酸

問6 空欄 **ア** ~ **ウ** にあてはまるものの組み合わせとして最適なものを下の①~⑧のうちから1つ選べ。 **24**

α -グルコースと β -グルコースは互いに **ア** の関係にある。 α -グルコースを水に溶かすと、鎖状構造を経て β -グルコースに変化し、これらの中で平衡状態となる。このうち、鎖状構造のグルコース分子には **イ** が存在する。セルロースは **ウ** が直鎖状に縮合した構造をしている。

	ア	イ	ウ
①	構造異性体	ホルミル基	α -グルコース
②	構造異性体	ホルミル基	β -グルコース
③	構造異性体	カルボキシ基	α -グルコース
④	構造異性体	カルボキシ基	β -グルコース
⑤	立体異性体	ホルミル基	α -グルコース
⑥	立体異性体	ホルミル基	β -グルコース
⑦	立体異性体	カルボキシ基	α -グルコース
⑧	立体異性体	カルボキシ基	β -グルコース

(下書き用紙)

生 物

第5問 次の問い（問1～問6）の答えを解答欄に記入せよ。

問1 空欄 ～ にあてはまるものの組み合わせとして最適なものを下の①～⑧のうちから1つ選べ。

原始地球では、水素、二酸化炭素や、メタンなどに、雷、紫外線、および熱などのエネルギーが加わることで、 が生成されたと考えられている。

付近の海水は、水素やメタンを高濃度に含んでいることから、 などの有機物は で生じた可能性についても言及されている。そのようにして生じた が、互いに結合することで、 などのより複雑な有機物が生成されていったと考えられている。

	ア	イ	ウ
①	アミノ酸	潮間帯	単糖類
②	アミノ酸	潮間帯	タンパク質
③	アミノ酸	熱水噴出孔	単糖類
④	アミノ酸	熱水噴出孔	タンパク質
⑤	アンモニア	潮間帯	単糖類
⑥	アンモニア	潮間帯	タンパク質
⑦	アンモニア	熱水噴出孔	単糖類
⑧	アンモニア	熱水噴出孔	タンパク質

問2 空欄 **ア** ~ **ウ** にあてはまるものの組み合わせとして最適なものを下の①~⑧のうちから1つ選べ。 **26**

個体数は、資源や環境に制限がなければ際限なく増えていく。しかし実際の資源や環境には制限が存在し、持続的に維持可能な個体数には上限がある。ある環境で維持が可能な生物の個体数の上限を **ア** という。同じ個体群の中でも、個体は自身と他の個体との間で資源をめぐる相互作用があり、これを **イ** とよぶ。ある単位空間あたりの個体数が増加を続けると **イ** が激しくなり、資源の不足や、遺骸や排泄物の蓄積により環境の変化が引き起こされ、個体群の成長は抑制される。これは、 **ウ** によるものと考えられる。

	ア	イ	ウ
①	環境収容力	種内競争	適応放散
②	環境収容力	種内競争	密度効果
③	環境収容力	相変異	適応放散
④	環境収容力	相変異	密度効果
⑤	包括適応度	種内競争	適応放散
⑥	包括適応度	種内競争	密度効果
⑦	包括適応度	相変異	適応放散
⑧	包括適応度	相変異	密度効果

問3 空欄 ～ にあてはまるものの組み合わせとして最適なものを下の①～⑧のうちから1つ選べ。

ある海岸の岩場では、藻類、イガイ、フジツボ、巻貝、ヒトデなどからなる生物群集が形成されていた。この岩場で1年間にわたりヒトデを除去し続ける実験をおこなったところ、イガイが岩場表面を占有するようになり、藻類、フジツボ、巻貝などは激減した。この場合の のように、主に食物網の上位にいて、その個体数が種多様性を維持するのに重要なはたらきをしている種のことを という。また、この際、 とは食う－食われるの関係にない藻類の数も変化したことから、 は藻類に対して を与えていたことがわかる。

	ア	イ	ウ
①	イガイ	キーストーン種	環境形成作用
②	イガイ	キーストーン種	間接効果
③	イガイ	優占種	環境形成作用
④	イガイ	優占種	間接効果
⑤	ヒトデ	キーストーン種	環境形成作用
⑥	ヒトデ	キーストーン種	間接効果
⑦	ヒトデ	優占種	環境形成作用
⑧	ヒトデ	優占種	間接効果

問4 地球上には、森林、草原、河川、湖沼など、多様な生態系が存在している。生物ごとに適した生活環境が存在し、生態系の多様性が高いほど、遺伝的な多様性や種の多様性も高くなる。それら生態系は、人間の生活を支える材木や食物などの物質を生産し、土壌による水分保持や水源涵養などの機能をもっている。人間はそのような様々な生態系の機能から恩恵を受けて生活をしている。その恩恵を示す語句を下の①～⑧のうちから1つ選べ。

28

①	生態系サービス
②	生態的地位
③	生態的特性
④	生態ピラミッド
⑤	相利共生
⑥	物質循環
⑦	物質生産
⑧	ホットスポット

問5 空欄 **ア** ~ **ウ** にあてはまるものの組み合わせとして最適なものを下の①~⑧のうちから1つ選べ。 **29**

カエルの卵の動物極側に精子が進入して受精が起こると、約 30° の表層回転によって精子進入点の反対側の卵の表面に **ア** が生じ、これが将来の背側となる。ショウジョウバエの卵では母性因子として **イ** が蓄えられており、この塩基配列が翻訳されることで特定のタンパク質の濃度勾配が形成され、からだの **ウ** 軸に沿った胚の区画化が進行する。

	ア	イ	ウ
①	神経溝	DNA	前後
②	神経溝	DNA	背腹
③	神経溝	RNA	前後
④	神経溝	RNA	背腹
⑤	灰色三日月環	DNA	前後
⑥	灰色三日月環	DNA	背腹
⑦	灰色三日月環	RNA	前後
⑧	灰色三日月環	RNA	背腹

問6 空欄 **ア** ~ **ウ** にあてはまるものの組み合わせとして最適なものを下の①~⑧のうちから1つ選べ。 **30**

大腸菌への遺伝子導入をする際に、**ア** を特殊な水溶液中で大腸菌と混和することにより、**ア** を取り込ませる方法を **イ** 法という。遺伝子導入により、別の種や系統の細胞の遺伝子が発現することで、細胞の性質が変化することを **ウ** という。

	ア	イ	ウ
①	プライマー	サンガー	形質転換
②	プライマー	サンガー	分化
③	プライマー	ベクター	形質転換
④	プライマー	ベクター	分化
⑤	プラスミド	サンガー	形質転換
⑥	プラスミド	サンガー	分化
⑦	プラスミド	ベクター	形質転換
⑧	プラスミド	ベクター	分化

生 物

第6問 次の問い（問1～問6）の答えを解答欄に記入せよ。

問1 空欄 ～ にあてはまるものの組み合わせとして最適なものを下の①～⑧のうちから1つ選べ。

ニューロンの細胞膜がイオンの透過性を急速に変化させることで、活動電位が生じる。このような膜電位の変化をニューロンの という。活動電位が生じる最小限の刺激の強さを といい、さらに刺激を強くした場合、活動電位の振幅は 。

	ア	イ	ウ
①	興奮	閾値	大きくなる
②	興奮	閾値	変化しない
③	興奮	静止電位	大きくなる
④	興奮	静止電位	変化しない
⑤	抑制	閾値	大きくなる
⑥	抑制	閾値	変化しない
⑦	抑制	静止電位	大きくなる
⑧	抑制	静止電位	変化しない

問2 空欄 **ア** ~ **ウ** にあてはまるものの組み合わせとして最適なものを下の①~⑧のうちから1つ選べ。 **32**

動物が分泌するにおい物質で、同種の他個体に対する刺激となる情報伝達物質を **ア** という。また、刺激の発生源に対して特定の方向に移動する性質を **イ** という。例えば、雄カイコガは雌カイコガに接近するほど **ウ** を行う頻度が高くなる。

	ア	イ	ウ
①	フェロモン	屈性	ジグザグターン
②	フェロモン	屈性	直進歩行
③	フェロモン	走性	ジグザグターン
④	フェロモン	走性	直進歩行
⑤	ホルモン	屈性	ジグザグターン
⑥	ホルモン	屈性	直進歩行
⑦	ホルモン	走性	ジグザグターン
⑧	ホルモン	走性	直進歩行

問3 空欄 **ア** ~ **ウ** にあてはまるものの組み合わせとして最適なものを下の①~⑧のうちから1つ選べ。 **33**

血糖濃度は副腎や、すい臓で調節される。例えば、激しい運動などで血糖濃度が低下すると、交感神経を通じて副腎の **ア** から **イ** が分泌され、グリコーゲンの分解が促進される。血糖濃度が慢性的に高い状態が続くと糖尿病と診断される。I型糖尿病は、すい臓のランゲルハンス島の **ウ** が破壊され、インスリンが十分に合成されなくなることが原因で生じる。

	ア	イ	ウ
①	髄質	アドレナリン	A細胞
②	髄質	アドレナリン	B細胞
③	髄質	糖質コルチコイド	A細胞
④	髄質	糖質コルチコイド	B細胞
⑤	皮質	アドレナリン	A細胞
⑥	皮質	アドレナリン	B細胞
⑦	皮質	糖質コルチコイド	A細胞
⑧	皮質	糖質コルチコイド	B細胞

問4 空欄 **ア** ~ **ウ** にあてはまるものの組み合わせとして最適なものを下の①~⑧のうちから1つ選べ。 **34**

ア は細胞の形を維持したり，細胞内の構造を支えたりする役割を果たしている。**ア** の種類には **イ** フィラメント， **ウ** ，中間径フィラメントがある。**イ** フィラメントは，筋収縮，細胞分裂に係する。**ウ** は，鞭毛の運動，染色体の移動，細胞内の細胞小器官の移動に係する。

	ア	イ	ウ
①	細胞骨格	アクチン	小胞体
②	細胞骨格	アクチン	微小管
③	細胞骨格	クロマチン	小胞体
④	細胞骨格	クロマチン	微小管
⑤	細胞壁	アクチン	小胞体
⑥	細胞壁	アクチン	微小管
⑦	細胞壁	クロマチン	小胞体
⑧	細胞壁	クロマチン	微小管

問5 空欄 ～ にあてはまるものの組み合わせとして最適なものを下の①～⑧のうちから1つ選べ。

脊椎動物の神経細胞の軸索には、 細胞などが巻き付いた、 がみられる。 をもつ軸索では、もたないものより伝導に必要なエネルギーは 。

	ア	イ	ウ
①	グリア	樹状突起	大きい
②	グリア	樹状突起	小さい
③	グリア	髓鞘	大きい
④	グリア	髓鞘	小さい
⑤	シュワン	樹状突起	大きい
⑥	シュワン	樹状突起	小さい
⑦	シュワン	髓鞘	大きい
⑧	シュワン	髓鞘	小さい

問6 空欄 **ア** ~ **ウ** にあてはまるものの組み合わせとして最適なものを下の①~⑧のうちから1つ選べ。 **36**

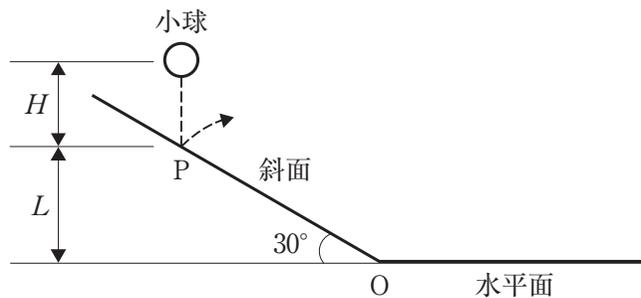
ア の種子は光発芽種子である。光発芽種子では、**イ** が赤色光や遠赤色光の光受容体として、光を感知する役割を果たしている。光発芽種子に赤色光を照射すると、**イ** は不活性型から活性型に変化し、発芽を促進する作用をもつ **ウ** の合成が促進される。

	ア	イ	ウ
①	エンドウ	クリプトクロム	アブシシン酸
②	エンドウ	クリプトクロム	ジベレリン
③	エンドウ	フィトクロム	アブシシン酸
④	エンドウ	フィトクロム	ジベレリン
⑤	レタス	クリプトクロム	アブシシン酸
⑥	レタス	クリプトクロム	ジベレリン
⑦	レタス	フィトクロム	アブシシン酸
⑧	レタス	フィトクロム	ジベレリン

物 理

第7問 以下の文章を読み，問の答えを解答欄に記入せよ。ただし，重力加速度の大きさを g とし，空気抵抗は無視できるものとする。

図のように，水平となす角が 30° の滑らかな斜面と水平面が点 O でつながっている。水平面からの高さが L となる斜面上に点 P がある。点 P からの高さが H の位置から質量 m の小球を静かに放したところ，小球は点 P で斜面と衝突して，はね返った。



問 1 小球が斜面と衝突する直前の小球の速さを求めよ。

問 2 小球と斜面との間の反発係数（はね返り係数）を e としたとき，斜面からはね返った直後の小球の速度の斜面に対して垂直な成分の大きさを求めよ。

小球と斜面との間の反発係数は $e=1$ であった。小球は斜面ではね返った後に放物運動をし，斜面で再びはね返ることなく水平面に衝突した。

問 3 小球が斜面ではね返ってから，放物運動の最高点に達するまでの時間を求めよ。

問 4 小球が到達した放物運動の最高点の点 P からの高さを求めよ。

問 5 小球が斜面ではね返った後に，斜面で再びはね返ることなく水平面に衝突させるためには，点 P からの高さが H' より高い位置から小球を落下させる必要がある。 H' の最小値を求めよ。

(下書き用紙)

化 学

第8問 次の記述を読み、問い（問1～問8）の答えを解答欄に記入せよ。ただし、原子量は O=16.0, P=31.0, Ca=40.1 とする。

植物が生育するために必要な元素のうち、⁽¹⁾窒素 N, リン P, ⁽²⁾カリウム K は肥料の三要素とよばれる。これは、窒素、リン、カリウムの三元素が土の中で不足しがちになるため、農業ではこれらを肥料として補充する必要があるからである。

工業的につくられる肥料に含まれる窒素の多くは、⁽³⁾アンモニウムイオンのかたちをとるが、有機物の⁽⁴⁾尿素のかたちで含まれることもある。

また、工業的につくられる肥料に含まれるリンの多くは、⁽⁵⁾リン酸イオンのかたちをとる。その原料のひとつであるリン鉱石中にはリン酸イオンが含まれているが、リン鉱石は水に不溶なため、リン鉱石を硫酸と反応させて得られる⁽⁶⁾過リン酸石灰などが肥料に用いられる。日本ではリン鉱石は産出されず 100 % を海外からの輸入に頼っていることから、⁽⁷⁾リンのリサイクルの取り組みが進められている。

これらの肥料は安価で使いやすいが、たとえば、肥料中の⁽⁸⁾アンモニウムイオンは土中の微生物により硝酸イオンへと酸化されるため、肥料の使い過ぎは土の酸性化や地下水の汚染を招いてしまう。

問 1 下線部(1)の窒素とリンは周期表中の同族に属する元素である。これらは何族に属するか。

問 2 下線部(2)のカリウムが1価の陽イオンになると、その電子配置はある貴ガス元素と同じ配置になる。その貴ガス元素を元素記号で答えよ。

問 3 下線部(3)のアンモニウムイオンは、アンモニア分子に水素イオンが配位結合してできる。解答欄のアンモニア分子の電子式を用いて、アンモニウムイオンができるしくみを簡潔に説明せよ。

問 4 下線部(4)の尿素はホルムアルデヒド分子中の2つの水素原子を2つのアミノ基で置換したかたちの分子構造をとる。尿素を構造式で表せ。

問5 下線部(5)のリン酸イオンは3価の陰イオンである。リン酸 H_3PO_4 は水溶液中で次のように3段階に電離する。



リン酸水溶液中のリン酸イオン濃度 $[\text{PO}_4^{3-}]$ とリン酸水素イオン濃度 $[\text{HPO}_4^{2-}]$ が等しくなるのは水溶液の pH がいくらのときか。小数第一位まで求めよ。ただし、リン酸水素イオンの電離定数は $K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{PO}_4^{3-}]}{[\text{HPO}_4^{2-}]} = 4.8 \times 10^{-13} \text{ mol/L}$ とし、 $\log_{10} 4.8 = 0.68$ とする。

問6 下線部(6)の過リン酸石灰は $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ と CaSO_4 の混合物である。これらの化学式中の原子のうち、もっとも酸化数の大きい原子はどれか。元素記号で答え、その酸化数を符号付きの整数で答えよ。

問7 下線部(7)のリサイクルが期待されるものの1つに鉄鋼スラグがある。スラグは鉄鋼の製造過程で排出される鉄以外の残物であり、スラグ中にはリンが濃縮されている。国内で排出されるスラグ中のリンがリサイクルによりすべて回収できるとすると、その質量は輸入されるリン鉱石に含まれるリンの質量の何倍か。有効数字2桁で答えよ。ただし、国内では年間 $1.0 \times 10^{10} \text{ kg}$ のスラグが排出され、その中にはリンが質量比で0.75%含まれるとする。また、輸入されるリン鉱石は年間 $5.0 \times 10^7 \text{ kg}$ であるとし、リン鉱石は純粋なリン酸カルシウム $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ からなるとする。

問8 下線部(8)の微生物の作用によりアンモニウムイオンが硝酸イオンに酸化される反応を、イオンを含む次の化学反応式で表した。この反応式の右辺を完成させよ。



生 物

第9問 次の記述を読み、問い（問1～問8）の答えを解答欄に記入せよ。

生物体に存在するタンパク質を構成しているアミノ酸は、ア種類ある。タンパク質は、多数のアミノ酸が^(イ)ペプチド結合でつながったポリペプチドからできており、そのアミノ酸の配列をタンパク質の一次構造とよぶ。タンパク質の立体構造をみると、部分的に特徴のある構造を形成している領域があり、このタンパク質の部分的な立体構造を^(ロ)二次構造という。タンパク質のポリペプチド分子は、全体として固有の立体構造を形成するものが多く、この固有の立体構造を三次構造という。タンパク質の三次構造は、タンパク質を構成するアミノ酸同士の相互作用や、エの側鎖の間につくられるジスルフィド結合などによって安定化される。一部のタンパク質には、三次構造を形成したポリペプチドが組み合わさった立体的な複合体をつくるものがある。このような複数のポリペプチドからなる立体構造を^(オ)四次構造という。

生命活動でみられる様々な化学反応において触媒としてはたらく酵素は、おもにタンパク質でできており、それぞれに特有の立体構造をもっている。酵素が作用する物質を基質といい、どの酵素がどのような基質に作用するかは、酵素の立体構造によって決まる。このように、酵素が特定の物質のみに作用する性質を^(カ)基質特異性という。

酵素の反応速度は、反応に最も適した温度で最大となり、^(キ)それより高温になると反応速度は下がり、さらに高温になると、酵素は活性を失う。そのほかにも、酵素反応の速度を低下させる要因の一つに、阻害物質がある。基質と構造のよく似た阻害物質が基質との間で酵素の活性部位を奪い合うことで酵素と基質の結合を阻害する競争的阻害や、阻害物質が活性部位とは異なる部分に結合して酵素反応を阻害する^(ク)非競争的阻害が知られている。

問 1 空欄 ア に当てはまる数字を答えよ。

問 2 下線部 (イ) に関して、ペプチド結合の構造を炭素 C、酸素 O、窒素 N、水素 H を用いて表せ。

問 3 下線部 (ウ) に関して、二次構造の例を 1 つ挙げ、その名称と形状を簡潔に答えよ。

問 4 空欄 エ に当てはまるアミノ酸の名称を記せ。

問 5 下線部 (オ) に関して、四次構造を形成するタンパク質の名称を 1 つ記せ。

問 6 下線部 (カ) に関して、酵素の立体構造によって基質特異性が生じる理由を「活性部位」「酵素-基質複合体」「適合」の 3 つの語句をすべて用いて説明せよ。

問 7 下線部 (キ) に関して、理由を簡潔に説明せよ。

問 8 下線部 (ク) に関して、非競争的阻害における基質濃度と反応速度の関係は、阻害物質がない場合 (グラフ中の点線) と比べてどのようなようになるか、解答欄のグラフ中に図示せよ。ただし、阻害物質の有無以外の条件は同一とする。

