

理 科〔問 題〕

(100点・90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	4～10	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	12～21	
生 物	第5～6問	22～33	
物 理	第7問	34～35	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	38～40	

3. この問題冊子は40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。

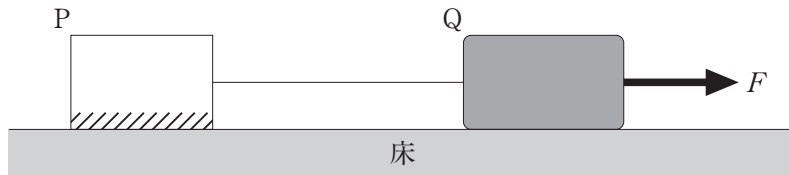
(下書き用紙)

(下書き用紙)

物 理

第1問 以下の問1～問3について、1 ～ 6 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、質量 M の物体 P と質量 m の物体 Q を軽い糸で結び、水平な床の上においたところ、糸は水平になった。Q を水平右向きに一定の大きさ F の力で引き続けたところ、P と Q は一定の加速度で床の上を運動した。Q と床の間の摩擦は無視できるが、P と床の間には摩擦があり、その動摩擦係数を μ とする。このとき、物体 P の加速度の大きさは 1 で、糸の張力の大きさは 2 である。ただし、重力加速度の大きさを g とする。



1 の解答群

- | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| ① $\frac{F}{M+m}$ | ② $\frac{F}{M}$ | ③ $\frac{F+\mu mg}{M+m}$ |
| ④ $\frac{F+\mu Mg}{M+m}$ | ⑤ $\frac{F-\mu mg}{M+m}$ | ⑥ $\frac{F-\mu Mg}{M+m}$ |

2 の解答群

- | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| ① $M \frac{F+\mu Mg}{M+m}$ | ② $M \frac{F+\mu mg}{M+m}$ | ③ $M \frac{F-\mu Mg}{M+m}$ |
| ④ $M \frac{F-\mu mg}{M+m}$ | ⑤ $m \frac{F-\mu Mg}{M+m}$ | ⑥ $m \frac{F-\mu mg}{M+m}$ |

問2 消費電力 490 W のヒーターを用いて、温度が -20°C で質量が 350 g の氷を一定の割合で加熱したところ、氷は完全に融解して、温度は上昇していった。氷を加熱し始めてから氷が完全に融解するまでにかかる時間は、3 s である。また、熱を加えてから 360 s 後の水の温度は、4 $^{\circ}\text{C}$ である。ただし、氷の比熱を $2.1 \text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})$ 、水の比熱を $4.2 \text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})$ 、氷の融解熱を 330 J/g とし、ヒーターからの熱はすべて氷または水に与えられるものとする。

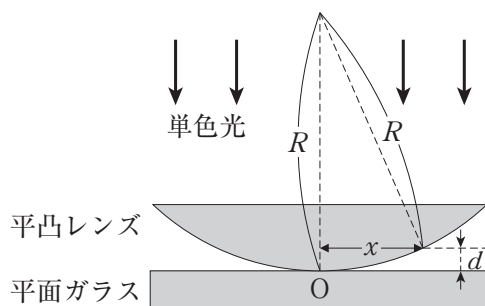
3 の解答群

- ① 150 ② 180 ③ 210 ④ 240 ⑤ 270 ⑥ 300

4 の解答群

- ① 23 ② 27 ③ 31 ④ 35 ⑤ 39 ⑥ 43

問3 図のように、空気中で球面半径 R [m] の平凸レンズを球面が下になるように平面ガラスの上にのせ、上方からレンズの平面へ垂直に波長 λ [m] の単色光を当てたところ、レンズの真上から見るとレンズとガラス板との接点 O を中心とした同心円状の明暗の縞模様が見えた。内側から m 番目 ($m=0, 1, 2, \dots$) の暗環の半径 x [m] と、この暗環の位置におけるレンズとガラスとの垂直距離 d [m] の間に $2d = \frac{x^2}{R}$ の関係が成り立つとすると、 $x =$ 5 と表すことができる。次に、平凸レンズと平面ガラスの間を屈折率 n ($n > 1$) の液体で満たしたところ、内側から m 番目の暗環の半径は、元の半径の 6 倍となった。ただし、レンズとガラスの屈折率は同じものとし、液体の屈折率はレンズとガラスの屈折率よりも小さいものとする。また、空気の屈折率を 1 とする。



5 の解答群

- ① $\sqrt{m\lambda R}$ ② $\sqrt{2m\lambda R}$ ③ $\sqrt{\frac{R}{m\lambda}}$
 ④ $\sqrt{\left(m + \frac{1}{2}\right)\lambda R}$ ⑤ $\sqrt{2\left(m + \frac{1}{2}\right)\lambda R}$ ⑥ $\sqrt{\frac{R}{\left(m + \frac{1}{2}\right)\lambda}}$

6 の解答群

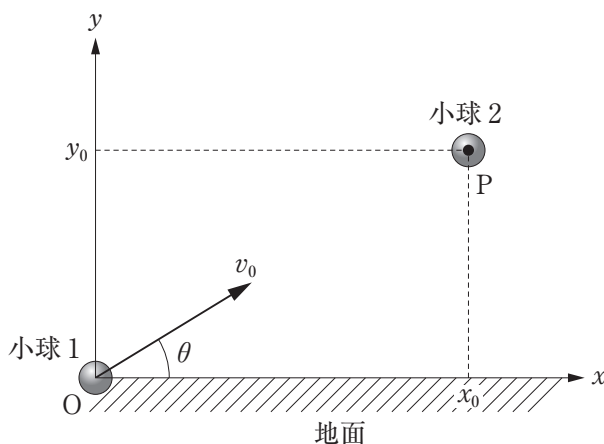
- ① $\sqrt{n}$ ② n ③ n^2 ④ $\frac{1}{\sqrt{n}}$ ⑤ $\frac{1}{n}$ ⑥ $\frac{1}{n^2}$

(下書き用紙)

物 理

第2問 以下の問1～問3について、7 ～ 12 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、水平な地面上の点Oから小球1を速さ v_0 、地面とのなす角 θ で投げ上げると同時に、点Oから水平方向に距離 x_0 、地面からの高さ y_0 の点Pから小球2を静かに落下させたところ、小球1と2は地面に達する前に衝突した。小球1を投げ上げた角度の正接は $\tan\theta =$ 7である。小球1と2が衝突した位置の地面からの高さは8である。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。



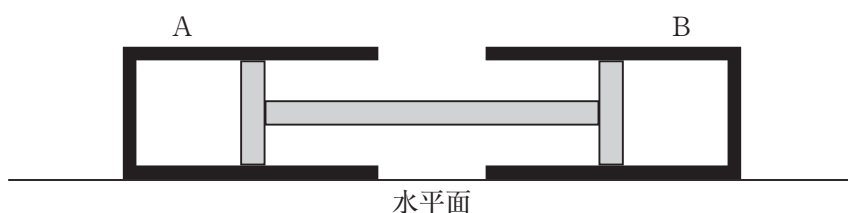
7 の解答群

- | | | |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| ① $\frac{y_0}{x_0}$ | ② $\frac{x_0}{y_0}$ | ③ $1 + \frac{y_0}{x_0}$ |
| ④ $1 + \frac{x_0}{y_0}$ | ⑤ $1 - \frac{y_0}{x_0}$ | ⑥ $1 - \frac{x_0}{y_0}$ |

8 の解答群

- | | | |
|--|--|--|
| ① $y_0 - g \frac{x_0^2}{2v_0^2}$ | ② $y_0 + g \frac{x_0^2}{2v_0^2}$ | ③ $y_0 - g \frac{x_0^2 - y_0^2}{2v_0^2}$ |
| ④ $y_0 + g \frac{x_0^2 - y_0^2}{2v_0^2}$ | ⑤ $y_0 - g \frac{x_0^2 + y_0^2}{2v_0^2}$ | ⑥ $y_0 + g \frac{x_0^2 + y_0^2}{2v_0^2}$ |

問2 断面積が等しく、滑らかに動くピストンがそれぞれ取り付けられた2つのシリンダー A、B が水平面上に固定されている。それぞれのシリンダーに同じ物質の理想気体を入れ、図のようにピストン同士をつないだところ、どちらの気体も圧力が $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ 、体積が 0.70 m^3 、温度が $3.0 \times 10^2 \text{ K}$ となった。その後、A 内の気体の温度を一定に保ったまま、B 内の気体に熱を与えたところ、B 内の気体の圧力が $1.4 \times 10^5 \text{ Pa}$ となった。このとき、A 内の気体の体積は 9 m^3 で、B 内の気体の温度は 10 $\times 10^2 \text{ K}$ である。



9 の解答群

- ① 0.20 ② 0.30 ③ 0.40 ④ 0.50 ⑤ 0.60 ⑥ 0.70

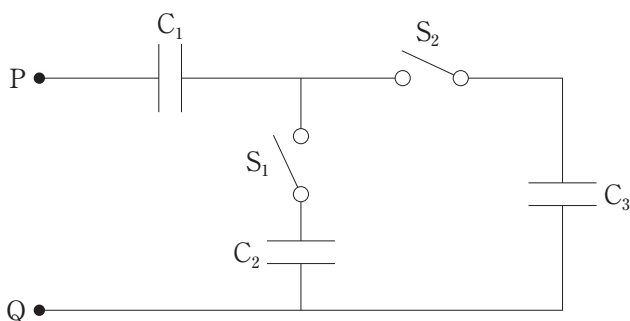
10 の解答群

- ① 3.4 ② 3.9 ③ 4.4 ④ 4.9 ⑤ 5.4 ⑥ 5.9

問3 電気容量が $2.00\ \mu\text{F}$ のコンデンサー C_1 と電気容量が未知のコンデンサー C_2 、 C_3 とスイッチ S_1 、 S_2 を用いて図のような回路を組み、スイッチを操作しながらPQ間の合成容量（PQ間で接続されたコンデンサーを一つのコンデンサーとみなした電気容量）を測定する。ただし、すべてのコンデンサーの極板間は真空とし、すべてのスイッチが開いた状態を状態Ⅰと呼ぶ。

1. 状態Ⅰから、スイッチ S_1 を閉じたところ、PQ間の合成容量は $1.80\ \mu\text{F}$ となった。
2. 状態Ⅰから、スイッチ S_2 を閉じたところ、PQ間の合成容量は $1.20\ \mu\text{F}$ となった。
3. 状態Ⅰから、スイッチ S_1 と S_2 を閉じ、コンデンサー C_3 の極板の間を誘電体で完全に満たしたところ、PQ間の合成容量は $1.90\ \mu\text{F}$ となった。

このとき、コンデンサー C_2 の電気容量は 11 μF で、コンデンサー C_3 の極板の間を満たした誘電体の比誘電率は 12 である。



11 の解答群

- ① 0.10 ② 3.0 ③ 5.4 ④ 18 ⑤ 32 ⑥ 64

12 の解答群

- ① 2.3 ② 6.7 ③ 18 ④ 36 ⑤ 50 ⑥ 80

(下書き用紙)

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 60℃の硝酸カリウム飽和水溶液 240 g を 20℃に冷却した。析出した硝酸カリウムの結晶の質量はいくらか。次の①～⑧のうちから最も近いものを 1 つ選べ。ただし、硝酸カリウムは水 100 g に、20℃で 32 g、60℃で 110 g 溶けるものとする。

13

 g

- | | | | |
|------|------|------|------|
| ① 19 | ② 29 | ③ 39 | ④ 49 |
| ⑤ 59 | ⑥ 69 | ⑦ 79 | ⑧ 89 |

問2 空欄 ア , イ 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、 $\sqrt{3}=1.73$ とする。 14

容積一定の2つの容器 A, B を用意し、容器 A には水素 0.30 mol とヨウ素 0.30 mol を封入し、容器 B には水素 0.20 mol とヨウ素 0.40 mol を封入した。これらを同じ温度にして、その温度のまま長時間放置したところ、どちらの容器内も



で表される平衡状態に達し、容器 A にはヨウ化水素が 0.40 mol 生成していた。この温度におけるこの反応の平衡定数は $K =$ ア である。一方、容器 B にはヨウ化水素が イ mol 生成していた。

	ア	イ
①	4.0	0.14
②	4.0	0.24
③	4.0	0.34
④	4.0	0.44
⑤	16	0.14
⑥	16	0.24
⑦	16	0.34
⑧	16	0.44

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。

15

ア シュウ酸は2価の酸である。

イ ブレンステッド・ローリーの定義では、塩基とは OH^- イオンを受け取る分子やイオンを指す。

ウ 0.1 mol/L の塩化水素の水溶液は、0.1 mol/L の酢酸の水溶液よりも電気伝導性が高い。

	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 空欄 ア , イ 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、発生した気体は水に溶けないものとする。また、ファラデー定数は $F=9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ とし、原子量は $\text{H}=1.0$, $\text{O}=16.0$ とする。 16

両極に白金、電解質水溶液に希硫酸を用いて電気分解を行うと、陰極では ア が発生する。この電気分解を 5.0 A の電流で 386 秒 間行くと、両極からの気体の発生により電解質水溶液の質量は イ g 減少する。

	ア	イ
①	水素	0.090
②	水素	0.18
③	水素	0.27
④	水素	0.36
⑤	酸素	0.090
⑥	酸素	0.18
⑦	酸素	0.27
⑧	酸素	0.36

問5 フッ化水素と、その水溶液であるフッ化水素酸に関する記述ア～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。

17

ア フッ化水素は無色・無臭の気体である。

イ フッ化水素酸は強酸である。

ウ フッ化水素酸はガラスの主成分である SiO_2 を溶かす。

	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 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。 18

- ・アルミニウムの単体は、工業的にはアルミニウムの ア であるアルミナの溶融塩電解により製造される。
- ・アルミニウムの単体の粉末と酸化鉄（Ⅲ）の粉末の混合物に点火すると、アルミニウムの単体が イ としてはたらき、鉄の単体が得られる。
- ・アルミニウムは合金の材料としても利用され、少量の銅やマグネシウムなどとの合金は ウ とよばれる。

	ア	イ	ウ
①	塩化物	酸化剤	アルマイト
②	塩化物	酸化剤	ジュラルミン
③	塩化物	還元剤	アルマイト
④	塩化物	還元剤	ジュラルミン
⑤	酸化物	酸化剤	アルマイト
⑥	酸化物	酸化剤	ジュラルミン
⑦	酸化物	還元剤	アルマイト
⑧	酸化物	還元剤	ジュラルミン

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 塩素 1 mol と水素 1 mol の混合気体に光を照射したところ、塩化水素 2 mol が生じ、185 kJ の熱量が放出された。塩化水素分子中の H—Cl 結合の結合エンタルピー（結合エネルギー）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、塩素分子中の Cl—Cl 結合、水素分子中の H—H 結合の結合エンタルピーは、それぞれ 243 kJ/mol, 436 kJ/mol とする。 19 kJ/mol

- ① 132 ② 232 ③ 332 ④ 432
⑤ 532 ⑥ 632 ⑦ 732 ⑧ 832

問2 次の a～d の大小関係を正しく表したものを下の①～⑧のうちから1つ選べ。

20

- a ブタンの沸点
b オクタンの沸点
c ヘキサンの沸点
d 2-メチルプロパンの沸点

- ① $a < b < c < d$ ② $a < b < d < c$ ③ $b < c < d < a$
④ $b < c < a < d$ ⑤ $c < d < a < b$ ⑥ $c < d < b < a$
⑦ $d < a < b < c$ ⑧ $d < a < c < b$

問3 ある一価アルコール（一般式 $C_nH_{2n+1}OH$ ）15 mg を完全燃焼させたところ、二酸化炭素 33 mg と水が生じた。生成した水の質量はいくらか。次の①～⑧のうちから最も近いものを1つ選べ。ただし、原子量は $H=1.0$, $C=12.0$, $O=16.0$ とする。 21 mg

- ① 10 ② 12 ③ 14 ④ 16
 ⑤ 18 ⑥ 20 ⑦ 22 ⑧ 24

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。 22

- ア 硬水中でセッケンは水に不溶な沈殿をつくる。
 イ セッケン水に強酸を加えると、脂肪酸が遊離する。
 ウ セッケンを水に溶かして生じるミセルは、正に帯電している。

	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 ～ 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。

サリチル酸は、 に高温・高圧のもとで二酸化炭素を反応させ、さらに を作用させると得られる。サリチル酸にメタノールと濃硫酸を作用させると が起こり、サリチル酸メチルが得られる。

	ア	イ	ウ
①	安息香酸	希硫酸	アセチル化
②	安息香酸	希硫酸	エステル化
③	安息香酸	水酸化ナトリウム水溶液	アセチル化
④	安息香酸	水酸化ナトリウム水溶液	エステル化
⑤	ナトリウムフェノキシド	希硫酸	アセチル化
⑥	ナトリウムフェノキシド	希硫酸	エステル化
⑦	ナトリウムフェノキシド	水酸化ナトリウム水溶液	アセチル化
⑧	ナトリウムフェノキシド	水酸化ナトリウム水溶液	エステル化

問 6 ア～エの合成樹脂のうち，熱可塑性樹脂はどれか。最適な組み合わせを下の

①～⑧のうちから 1 つ選べ。

24

ア ポリエチレン

イ ポリスチレン

ウ ポリ塩化ビニル

エ フェノール樹脂

① アとイ ② アとウ ③ アとエ ④ イとウ

⑤ イとエ ⑥ ウとエ ⑦ アとイとウ ⑧ イとウとエ

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。

一部のタンパク質は、複数の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ことがある。このようなタンパク質の立体構造を という。ヒトの赤血球に含まれるヘモグロ빈は、合計 本のポリペプチドから構成されるタンパク質である。また、ヘモグロ빈にはアミノ酸以外にヘムとよばれる 原子を含む色素が含まれている。

	ア	イ	ウ
①	二次構造	4	鉄
②	二次構造	4	銅
③	二次構造	6	鉄
④	二次構造	6	銅
⑤	四次構造	4	鉄
⑥	四次構造	4	銅
⑦	四次構造	6	鉄
⑧	四次構造	6	銅

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。

ヒトの網膜に存在する2種類の視細胞のうち、色の識別に関与するのは 細胞である。 細胞は網膜の に特に多く分布している。これらの視細胞が光を受容することで生じた興奮は視神経によって大脳へ伝えられ、視覚が生じる。この視神経繊維が束になって眼球から出ていく部分では、視神経が網膜を貫いているため視細胞が分布していない。この場所を という。

	ア	イ	ウ
①	桿体	周辺部	黄斑
②	桿体	周辺部	盲斑
③	桿体	中央部	黄斑
④	桿体	中央部	盲斑
⑤	錐体	周辺部	黄斑
⑥	錐体	周辺部	盲斑
⑦	錐体	中央部	黄斑
⑧	錐体	中央部	盲斑

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。

真核生物において，細胞周期の間期には，染色体が の中に広がっている。このとき，DNA の大部分は とよばれるタンパク質と結合して繊維状になり，さらにこれが折りたたまれた状態で存在している。そのままでは がプロモーターに近づけず転写が始まらないが，基本転写因子とよばれる複数のタンパク質と複合体を形成することでプロモーターに結合できるようになる。

	ア	イ	ウ
①	核	ヒストン	DNA ポリメラーゼ
②	核	ヒストン	RNA ポリメラーゼ
③	核	フィブリン	DNA ポリメラーゼ
④	核	フィブリン	RNA ポリメラーゼ
⑤	細胞質	ヒストン	DNA ポリメラーゼ
⑥	細胞質	ヒストン	RNA ポリメラーゼ
⑦	細胞質	フィブリン	DNA ポリメラーゼ
⑧	細胞質	フィブリン	RNA ポリメラーゼ

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。 28

同じ制限酵素で切断した DNA の切断面の塩基はそれぞれ相補的であるため互いに接着し、ア を作用させると、DNA 断片を連結することができる。この技術を利用して、目的の遺伝子を イ とよばれる小さな環状 DNA に挿入し、大腸菌などの細菌の中で増やすことができる。このような技術を ウ という。

	ア	イ	ウ
①	DNA ヘリカーゼ	プライマー	アニーリング
②	DNA ヘリカーゼ	プライマー	クローニング
③	DNA ヘリカーゼ	プラスミド	アニーリング
④	DNA ヘリカーゼ	プラスミド	クローニング
⑤	DNA リガーゼ	プライマー	アニーリング
⑥	DNA リガーゼ	プライマー	クローニング
⑦	DNA リガーゼ	プラスミド	アニーリング
⑧	DNA リガーゼ	プラスミド	クローニング

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

興奮がシナプス前細胞の神経終末に到着し、ア すると、それが刺激となり、細胞外から イ イオンが神経終末内部に流入し、神経伝達物質がシナプス間隙へと放出される。神経筋接合部では ウ が放出されることで抑制性シナプス後電位が発生する。

	ア	イ	ウ
①	脱分極	カルシウム	アセチルコリン
②	脱分極	カルシウム	γ -アミノ酪酸
③	脱分極	ナトリウム	アセチルコリン
④	脱分極	ナトリウム	γ -アミノ酪酸
⑤	分極	カルシウム	アセチルコリン
⑥	分極	カルシウム	γ -アミノ酪酸
⑦	分極	ナトリウム	アセチルコリン
⑧	分極	ナトリウム	γ -アミノ酪酸

問 6 空腹時など、血糖濃度が低下した際、すい臓のランゲルハンス島 A 細胞が血糖濃度の低下を感知し、分泌されるホルモンはどれか。最適なものを次の①～⑧のうちから 1 つ選べ。

30

①	アドレナリン
②	インスリン
③	グルカゴン
④	鉱質コルチコイド
⑤	チロキシン
⑥	糖質コルチコイド
⑦	バソプレシン
⑧	副腎皮質刺激ホルモン

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。

植物の光合成は、光化学系と炭酸同化の 2 つの反応段階に分けられ、そのうち、光化学系の反応は葉緑体の において引き起こされる。
 にはクロロフィルやカロテノイドといった色素が豊富に含まれ、カロテノイドは 色の光を強く吸収する。一方で、原核生物である は、葉緑体をもたないが、光合成をおこなうことが知られている。

	ア	イ	ウ
①	ストロマ	青	亜硝酸菌
②	ストロマ	青	シアノバクテリア
③	ストロマ	橙	亜硝酸菌
④	ストロマ	橙	シアノバクテリア
⑤	チラコイド	青	亜硝酸菌
⑥	チラコイド	青	シアノバクテリア
⑦	チラコイド	橙	亜硝酸菌
⑧	チラコイド	橙	シアノバクテリア

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。

動物の群れの大きさは利益と不利益のバランスで決められる。群れをつくることで警戒などのコストは下がるが、群れのサイズが大きくなると が激しくなるため、最適な群れの大きさがあるとされる。アユは、個体群密度が になると縄張りを解消することがある。群れの中では繁殖をめぐる順位関係がみられることがあり、ゾウアザラシはハレムとよばれる の集団をつくる。

	ア	イ	ウ
①	種間競争	高く	一妻多夫
②	種間競争	高く	一夫多妻
③	種間競争	低く	一妻多夫
④	種間競争	低く	一夫多妻
⑤	種内競争	高く	一妻多夫
⑥	種内競争	高く	一夫多妻
⑦	種内競争	低く	一妻多夫
⑧	種内競争	低く	一夫多妻

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。

バッタのなかまにはしばしば大発生するものがある。幼虫の時期に個体群密度が低い状態で育った個体は、長い後肢をもつようになる。この型を という。一方、個体群密度が高い状態が長く続くと、相対的に翅が 個体が多くなる。このような個体群密度の変化によって、個体の形態や行動が変化する現象を という。

	ア	イ	ウ
①	群生相	長い	相変異
②	群生相	長い	突然変異
③	群生相	短い	相変異
④	群生相	短い	突然変異
⑤	孤独相	長い	相変異
⑥	孤独相	長い	突然変異
⑦	孤独相	短い	相変異
⑧	孤独相	短い	突然変異

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

約 40 億年前に誕生した最初の生物は、単細胞の ア である。この頃の大気中には、ほとんど イ が含まれていなかったため、原始的な生物は、外界から取り入れた有機物を イ を用いずに分解する ウ 栄養生物であったと考えられている。

	ア	イ	ウ
①	原核生物	酸素	従属
②	原核生物	酸素	独立
③	原核生物	二酸化炭素	従属
④	原核生物	二酸化炭素	独立
⑤	真核生物	酸素	従属
⑥	真核生物	酸素	独立
⑦	真核生物	二酸化炭素	従属
⑧	真核生物	二酸化炭素	独立

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。 35

多くの植物は、日長に対してどのような花芽形成をするかにより、短日植物と長日植物に分けられ、例えば ア は短日植物である。一方で、日長に関係なく花芽形成する植物もあり、そのような植物は イ とよばれる。花芽形成が起こるかどうかの境界となる連続暗期の長さは、限界暗期といい、長日植物は限界暗期よりも ウ 連続暗期が与えられるときに花芽形成する。

	ア	イ	ウ
①	アサガオ	向日性植物	長い
②	アサガオ	向日性植物	短い
③	アサガオ	中性植物	長い
④	アサガオ	中性植物	短い
⑤	ホウレンソウ	向日性植物	長い
⑥	ホウレンソウ	向日性植物	短い
⑦	ホウレンソウ	中性植物	長い
⑧	ホウレンソウ	中性植物	短い

問 6 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。

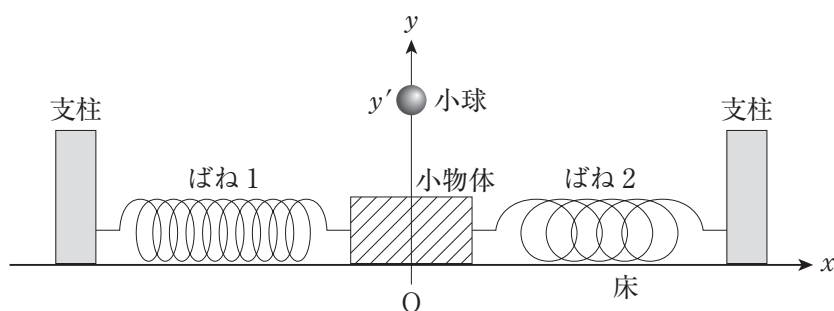
同種の生物集団が 2 つの集団に分かれ、互いに交配できない状況が続く間に形態的にも生理的にも異なる集団となり、のちに両者が再び出会っても交配できない状態になることがある。このような状態を といい、これが成立して種分化が起こる。種分化は同所的種分化と異所的種分化に大別でき、例えば北米に生息するリンゴミバエやコムギ類の倍数化などは の例とされている。このように新しい種が形成されるレベルの進化を という。

	ア	イ	ウ
①	生殖的隔離	異所的種分化	収れん
②	生殖的隔離	異所的種分化	大進化
③	生殖的隔離	同所的種分化	収れん
④	生殖的隔離	同所的種分化	大進化
⑤	地理的隔離	異所的種分化	収れん
⑥	地理的隔離	異所的種分化	大進化
⑦	地理的隔離	同所的種分化	収れん
⑧	地理的隔離	同所的種分化	大進化

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、滑らかで水平な床の上に質量 m の小物体を置き、左右の支柱にそれぞれ一端が固定された2本の軽いばね1, 2の他端に小物体をつないだところ、小物体は床上で静止した。ばね1のばね定数は k であり、ばね1と2は自然長からそれぞれ d と $2d$ 伸びていた。このときの小物体が置かれた位置を原点 O とし、水平右向きを x 軸の正の向き、鉛直上向きを y 軸の正の向きとする。



問1 ばね2のばね定数を、 k を用いて表せ。

小物体に力を加えて、原点 O から x 軸上を正の向きに距離 A だけ動かした。このときの小物体の位置を、位置 S とする。小物体を位置 S から静かに放したところ、小物体は x 軸上で単振動した。

問2 小物体を静かに放した瞬間に小物体が受ける力の合力の大きさを、 k と A を用いて表せ。

問3 小物体の単振動の周期を求めよ。

y 軸上で床からの高さが y' の位置に、質量 $\frac{m}{3}$ の小球を静止させた。再び、小物体を位置 S に静止させて、小物体と小球を同時に静かに放したところ、小物体は x 軸上を、小球は y 軸上を運動した。小物体が位置 S を離れてから、原点 O を 2 回目に通過した瞬間に小球が小物体と衝突して一体となった。その後、小球と一体となった小物体は床から離れることなく、一体となる前の単振動の振幅とは異なる振幅で x 軸上を単振動した。ただし、小球と小物体の運動量の x 成分の和は衝突の前後で保存するものとする。

問 4 高さ y' を、 m , k , g を用いて表せ。

問 5 小球と一体となった小物体の単振動の振幅は、一体となる前の単振動の振幅の何倍か。

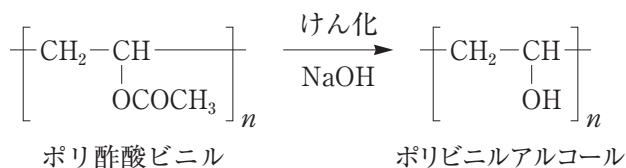
化 学

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 $H=1.0$, $C=12.0$, $O=16.0$ とする。

工業的に重要な有機化合物のひとつに⁽¹⁾アセチレンがある。アセチレンを得る手法としては、石炭を乾留して得られるコークスに酸化カルシウムを反応させて炭化カルシウム CaC_2 を生成し、この⁽²⁾炭化カルシウムに水を作用させてアセチレンを得る反応が古くから知られている。

アセチレンを燃焼させることで生じる炎は加熱バーナーやランプに利用できる。アセチレンランプは固形の炭化カルシウムに水を徐々に加えることでアセチレンを発生させ、この⁽³⁾アセチレンを燃焼させて生じた炎を光源として利用するランプである。

アセチレンは付加反応を起こしやすく、さまざまな化合物の原料となる。例えば、アセチレンに触媒存在下で水を付加させると、まず不安定なビニルアルコールが生成し、それがただちに⁽⁴⁾異性化する。また、アセチレンに触媒を用いて酢酸を付加させると酢酸ビニルを生じる。酢酸ビニルは⁽⁵⁾付加重合させるとポリ酢酸ビニルという高分子化合物となり、⁽⁶⁾これをけん化するとポリビニルアルコールが得られる。



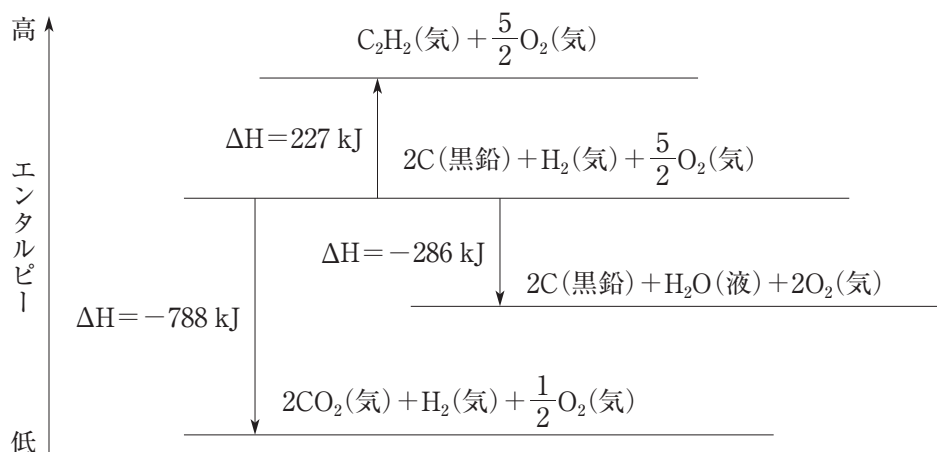
また⁽⁷⁾鉄などの触媒の存在下でアセチレン3分子を付加重合させると、芳香族化合物が生じる。

一方、アセチレンは付加反応以外の反応も示す。例えば、アセチレンをアンモニア性硝酸銀水溶液に通じると白色沈殿が生じる。この沈殿は加熱や衝撃によって爆発しやすい⁽⁸⁾化合物である。

問1 下線部(1)のアセチレンの分子を電子式で記せ。ただし、各原子の最外殻電子をすべて黒丸（●）で表すこと。

問 2 下線部(2)の反応の反応式を記せ。

問 3 下図は、炭素（黒鉛）、水素（気体）、酸素（気体）を基準の状態としてエンタルピーの変化を表した図である。下線部(3)について、アセチレンの燃焼エンタルピーは何 kJ/mol か。図中の数値を用いて計算し、符号付きの整数値で示せ。



問 4 下線部(4)の異性化により生成する、ビニルアルコールの異性体は何か。化合物名を示せ。

問 5 下線部(5)の付加重合は、高分子化合物をつくる重合反応の一つである。付加重合して高分子化合物を生じる鎖式炭化水素のうち、炭素原子数が3のものを一つ挙げ、構造式で示せ。

問 6 下線部(6)の反応について、86 g のポリ酢酸ビニルをけん化することで得られるポリビニルアルコールの質量は何 g か。ただし、高分子の重合度 n は十分に大きいものとする。

問 7 下線部(7)の反応により生成する芳香族化合物の名称を示せ。

問 8 下線部(8)の化合物を構造式で示せ。

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。

サル仲間である霊長類は、森林における樹上生活に適応した哺乳類の一系統として約6500万年前に出現した。初期の霊長類は現生の ア のような原始的な哺乳類から分かれて誕生したと考えられている。ア 類のなかまから分かれて誕生した霊長類の共通祖先から、イ のような曲鼻猿類が現れた。曲鼻猿類をはじめとする霊長類では、^(ウ)原始的な哺乳類と比べて鼻先が極端に突出せず、両眼が顔の前面に並んでいるという特徴がある。また、霊長類の爪は一般的にかぎ爪ではなく扁平な平爪である。曲鼻猿類から分岐した直鼻猿類では、^(エ)第一指が比較的小さく別の指と向かい合っているという特徴がある。オ のように、直鼻猿類の中でもヒトに近い生物群を類人猿という。類人猿は尾をもたないが、長い手足を使って枝にぶら下がることができ、ほかの多くの霊長類と同様に森林に生活し、樹上生活をする。

人類は主として直立二足歩行をし、地上生活を行う霊長類である。現生の人類は、ヒト（学名 ^(カ)ホモ・サピエンス, *Homo sapiens*）とよばれる種に分類される。人類は600～700万年前の キ で直鼻猿類のなかから進化してきたと推定されており、当初は樹上と地上の両方で生活していたが、その後、300～400万年前に出現したアウストラロピテクスが、樹上生活をやめて ク へと進出したと考えられている。類人猿のゴリラやチンパンジーは樹上だけでなく地上でも生活するが、歩行の際は手で体重を支えて移動する四足歩行をおこなう。一方、^(ケ)アウストラロピテクスのような初期の人類やヒトは、常に直立姿勢で二足歩行をおこなう。このような歩行様式の違いは、人類の進化と深くかかわっている。

化石人類の脳容積を調べると、最初期の人類の脳容積はチンパンジーと同程度（300～380 mL）だったが、約200万年前ごろから脳容積が急激に増加しはじめたことがわかる。これは、直立二足歩行をおこなうようになり、頭部を下から垂直に脊椎で支えられるようになるとともに、大脳の急速な進化が可能になったためと考えられる。約170万～180万年前に出現したホモ・エレクトスは、初めて キ の外へ分布を広げた人類としても知られ、その化石は中国や東南アジアなどでも見つかっている。^(コ)ホモ・エレクトスの平均的な脳の容積はおおよそ1000 mLで、石器や火を使用していた証拠も残されている。

約 60 ～ 100 万年前には、より脳の発達した人類が出現し、20 ～ 40 万年前には西アジアからヨーロッパにかけて が出現した。 の脳容積はおよそ 1500 mL でヒトと変わらず、ある程度の文化をもっていたと考えられているが、約 3 万年前に絶滅した。現在のヒトは、約 10 万年前に を出た後、海水面が下がっていた氷期に急速に世界中に展開した。ヒトが出現した頃には も生息しており、両者の間では交配が起こっていたと考えられている。

問 1 空欄 に入る生物名を以下の中から選び、記号で答えよ。

- a : オナガザル b : キツネザル c : ツパイ
d : テナガザル e : ニホンザル

問 2 下線部 (ウ) について、このような形態を獲得した結果、視野にどのような変化が起こったかを答えよ。

問 3 下線部 (エ) について、このような状態の名称を答えよ。またこの状態はどのような行動をする上で有利な特徴かを答えよ。

問 4 下線部 (カ) について、生物種の学名表記として国際命名規約による二名法が採用されている。二名法において学名の前半部分、後半部分はそれぞれ何とよばれるかを答えよ。

問 5 空欄 には大陸の名称が、空欄 には熱帯・亜熱帯の乾燥地域に発達するバイオームの名称が入る。これらの名称を答えよ。

問 6 下線部 (ケ) について、アウストラロピテクスが直立歩行をおこなっていたことは、四肢や骨盤の形状だけでなく頭骨の形状からもわかる。頭部が脊椎によって下から垂直に支えられていたことを示す、頭骨の部位の名称を答えよ。

問7 下線部（コ）に関連して，石器や火を使うようになった人類においては，食生活にも変化が生まれたと考えられている。ホモ・エレクトスがそれまでの猿人よりも頻繁に食べるようになったものは何かを答えよ。

問8 空欄

サ

 に入る人類の名称を答えよ。