

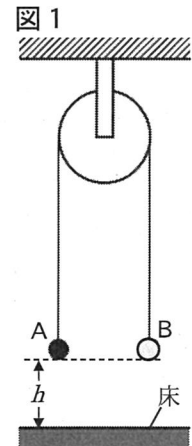
検査IV 理 科 【共通問題】

(解答上の注意)

- (1) 解答は、全て解答用紙に記入すること。
- (2) 【共通問題】の1～4は、全員が解答すること。
- (3) 【選択問題】は8問中、各自が4問を選び解答すること。その際、【選択問題】の解答用紙にある「(解答上の注意)」に従い、選んだ問題番号を必ず に記入すること。

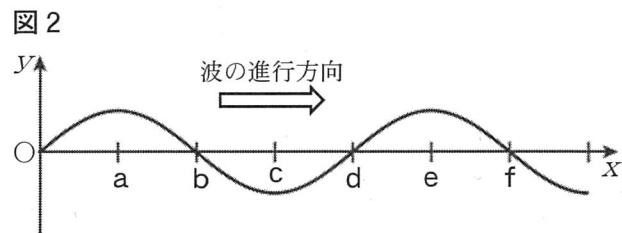
1 次の各問いに答えなさい。

- (1) 図1のように、軽くてなめらかに回転する定滑車に軽い糸をかけ、その両端に質量 $3m$ の物体A、質量 m の物体Bをつるした。Aを手で支え、AとBを床から等しい高さ h で静止させてから、静かに手をはなしたところ、AとBは動き始めた。糸は伸び縮みしないものとし、重力加速度の大きさを g とする。



- ① Aが床に達するまでの間のAの加速度の大きさはいくらか、求めなさい。
- ② 手をはなしてから、Aが床に衝突するまでの時間はいくらか、求めなさい。
- ③ Aが床に衝突した後、Bは糸から力を受けず、しばらく上昇を続けた。Bが到達した最高点の床からの高さはいくらか、求めなさい。ただし、糸は十分に長く、Bは定滑車に衝突しないものとする。

- (2) 図2は、 x 軸の正の向きに進む縦波を横波のように表したもので、媒質が x 軸方向の正の変位をするときに、 y 軸方向の正の変位として表示したものである。



- ① 最も密な点を、図2のa～fからすべて選び、記号を書きなさい。
- ② 媒質の速度が0の点を、図2のa～fからすべて選び、記号を書きなさい。

検査IV 理 科 【共通問題】

2 次の文を読んで、下の各問いに答えなさい。

図1、図2の2つのグラフは、原子番号1～18の原子における価電子の数と第1イオン化エネルギーを示している。

図1

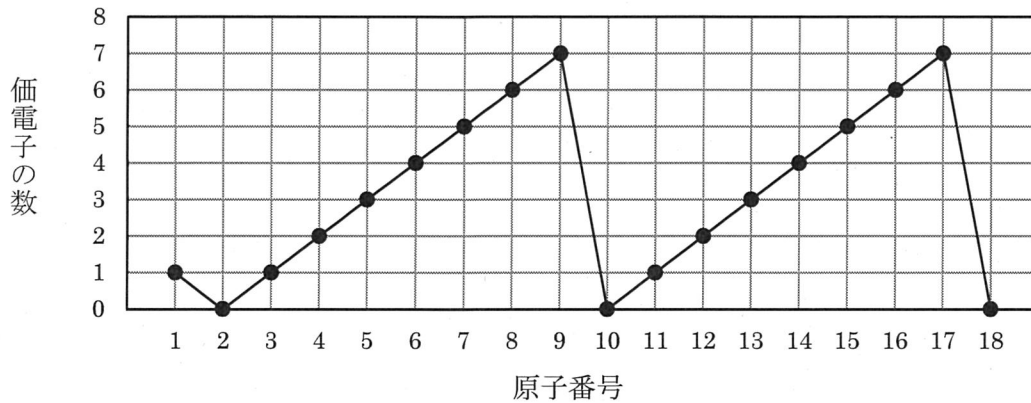
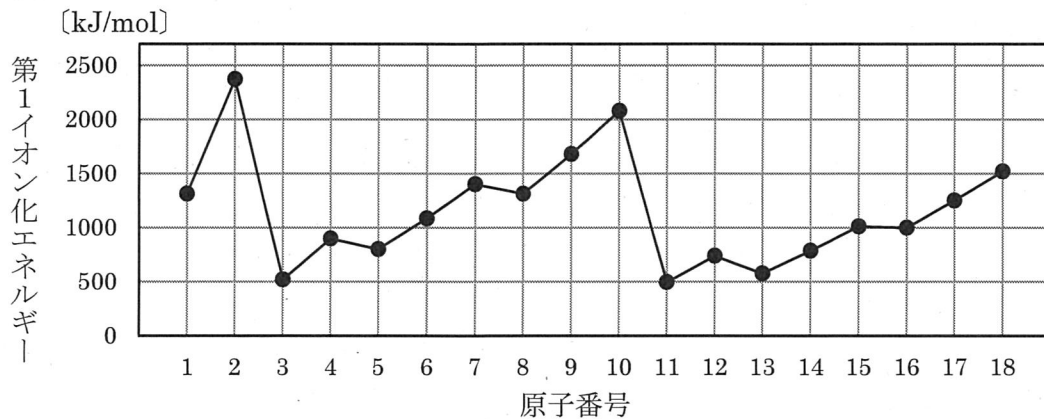


図2



- (1) 元素を原子番号順に並べると、価電子の数や第1イオン化エネルギーが周期的に変化していることがわかる。
- ① この周期性を何というか書きなさい。
 - ② 1869年、当時発見されていた63種類の元素を原子量順に並べ、化学的性質が似たものが並ぶように配列した周期表を発表し、未発見の元素を予測した研究者の名前を書きなさい。
- (2) 第1イオン化エネルギーとはどのようなエネルギーか。簡潔に説明しなさい。
- (3) 原子番号5の原子について、元素記号と元素名を書きなさい。
- (4) 原子番号10の原子は、貴ガス(希ガス)で価電子が0個である。この原子の第1イオン化エネルギーが大きい理由を電子配置にふれて書きなさい。
- (5) 原子番号1～18の原子について、最外殻電子の最大数を書きなさい。

検査Ⅳ 理 科 【共通問題】

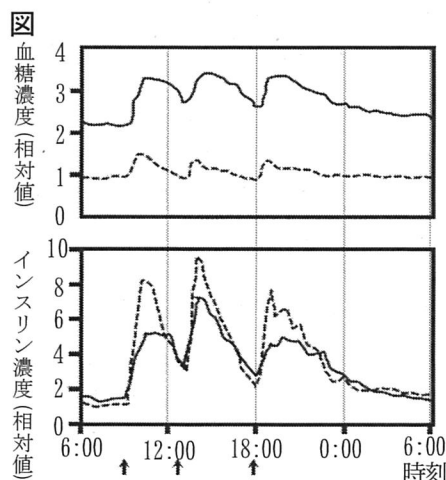
3 次の文を読んで、下の各問いに答えなさい。

ヒトを含む多くの動物では、生命活動のエネルギー源としてグルコースを利用している。食物中のデンプンは多数のグルコースに分解され、小腸で吸収された後に肝臓に運ばれる。肝臓では、多数のグルコースが結合して **あ** となり、肝臓の細胞内に貯蔵される。**あ** は必要に応じて分解されてグルコースとなり血液によってからだの各細胞に運ばれ、呼吸によってATPを生成する際のエネルギー源として利用される。

血液中のグルコースを **a** 血糖といい、その濃度を血糖濃度という。健康なヒトの空腹時における血糖濃度は、血液 100mL あたり約 **い** mg 前後に保たれている。食事などで血糖濃度が上昇すると、**う** が血糖濃度の上昇を感知し、インスリンが分泌される。また、**え** からの情報が自律神経である **お** 神経を通して **う** に伝わり、インスリンの分泌が促進され、血糖濃度が低下する。血糖濃度を下げるホルモンはインスリンだけなのに対し、空腹時など血糖濃度が低下した際に、**b** 血糖濃度を上げるホルモンは複数ある。

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。糖尿病は、**c** I型とII型の2つのタイプに分けられる。I型は **う** が破壊される自己免疫疾患であり、II型は標的細胞が反応しにくくなったりするなどして起こる。

- (1) **あ**、**え**、**お** に当てはまる適切な語句をそれぞれ書きなさい。
- (2) **い** に当てはまる適切な数値を、次のア～オから1つ選び、記号を書きなさい。
 [ア 0.01 イ 0.1 ウ 1 エ 10 オ 100]
- (3) **う** に当てはまる適切な語句を、次のア～オから1つ選び、記号を書きなさい。
 [ア すい臓のランゲルハンス島のA細胞 イ すい臓のランゲルハンス島のB細胞
 ウ 甲状腺 エ 副腎髄質 オ 副腎皮質]
- (4) 下線部 **a** について、必要なエネルギー源のほぼすべてを血糖でまかなっている器官を次のア～オから1つ選び、記号を書きなさい。
 [ア 心臓 イ 肝臓 ウ すい臓 エ 脳 オ 肺]
- (5) 下線部 **b** について、長期にわたる飢餓状態などにおいて、組織中のタンパク質からのグルコースの合成を促進し、血糖濃度を上げるホルモンの名称と、それを分泌する内分泌腺を書きなさい。
- (6) 下線部 **c** について、図の破線(----)は健康な人、実線(—)は糖尿病患者の血糖濃度とインスリン濃度の1日の変化を調べたものである。横軸は時刻、図の↑は食事をとった時刻を示している。この糖尿病患者は、I型糖尿病とII型糖尿病のどちらか。また、そのように判断した理由を書きなさい。



検査IV 理 科 【共通問題】

4 地球内部は、構成物質や地震波の伝わり方の違いなどから地殻、マントル、核に分けられる。次の各問いに答えなさい。

- (1) 地殻とマントルの境界を発見者の名前にちなみ何というか、書きなさい。
 (2) 鉄を主成分とするのは、地殻、マントル、核のうちどれか、書きなさい。
 (3) 次の文の **あ** と **い** に当てはまる語句の組み合わせとして正しいものを、表の**ア**～**エ**から1つ選び、記号を書きなさい。

表

選択肢	あ	い
ア	外核	P波
イ	外核	S波
ウ	内核	P波
エ	内核	S波

核は、外核と内核に分けられる。**あ**には、地震波の**い**が伝わらないため、**あ**は液体と考えられる。

(4) ハワイのキラウエアのようなホットスポットと呼ばれる火山の下には、地下深部から物質が上昇する経路が存在する。この経路を何というか、次の**ア**～**エ**から1つ選び、記号を書きなさい。

〔 **ア** 地衡流 **イ** ハドレー循環 **ウ** プルーム **エ** コンベアーベルト 〕

(5) Aさんは、御嶽山や乗鞍岳のような標高の高い山に興味をもち、高山地帯の地殻の厚さを計算した。次の文の **う** に当てはまる適切な語句を、 **え** と **お** には適切な値を整数でそれぞれ書きなさい。

固体のマントルは、長い時間でみるとゆっくりと流動し、流体としてふるまう。このためマントル内の等深面上にのっている物質（地殻、マントル）の重さの合計は、どこでも等しくバランスを保っている。この均衡の状態は **う** と呼ばれる。

ここで、標高0mでの地殻の厚さを30km、地殻の密度を 3.0g/cm^3 、マントルの密度を 3.5g/cm^3 、標高3000mでの地殻の厚さを x [km] とし、 **う** が成り立つとすると

$$3.0x = 3.0 \times 30 + 3.5 \times (x - 30 - \text{え})$$

と書ける。この式は、底面積 1.0cm^2 の柱を考え、一定の密度の柱の質量はその厚さに比例することを利用して利用している。

よって、標高3000mでの地殻の厚さは **お** km と求められる。

検査IV 理 科 【選択問題】

5 次の各問いに答えなさい。

(1) 図1のように、円形で均一な抵抗線があり、一周の全抵抗は $3R$ 図1

で、Aで接地されている。この抵抗線に3個のコンデンサーが抵抗のない導線で接続されている。この導線間の角度はすべて 120° で、電気容量はいずれも C である。電池の起電力は E で、内部抵抗はないものとし、コンデンサーには電荷が蓄えられていないものとする。これを初期状態とし、次の操作1、2を行った。

〔操作1〕 初期状態から、図1のスイッチSを閉じた。

〔操作2〕 初期状態から、図1の円形回路を、Bを中心として時計回りに 30° 回転させて、図2のようにした。その後、スイッチSを閉じた。

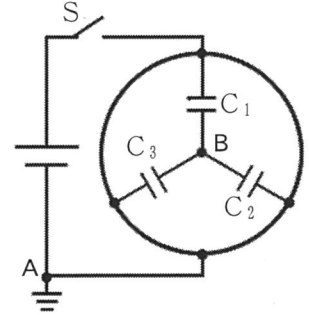
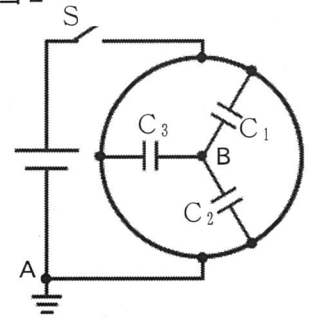


図2



- ① 操作1で、スイッチSを閉じてから十分に時間が経過した。
 - i Aを流れる電流はいくらか、求めなさい。
 - ii C_1 に蓄えられた静電エネルギーはいくらか、求めなさい。
- ② 操作2で、スイッチSを閉じた瞬間に、Aを流れる電流はいくらか、求めなさい。
- ③ 操作2で、スイッチSを閉じてから十分に時間が経過した後、Aの電位を 0 V としたとき、Bの電位は $\frac{1}{2}E$ となる。このことを電気量が保存することを用いて説明しなさい。

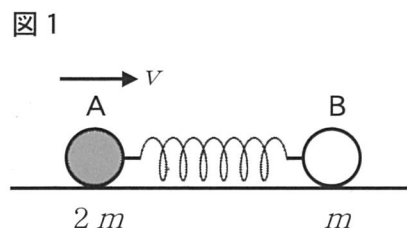
(2) 静止していた $^{238}_{92}\text{U}$ の原子核が α 崩壊し、 $^{234}_{90}\text{Th}$ の原子核になった。 $^{238}_{92}\text{U}$ 原子核、 $^{234}_{90}\text{Th}$ 原子核、 α 粒子の質量をそれぞれ、 M_0 、 M_1 、 m とする。ただし、 $M_0 > M_1 + m$ である。また、真空中の光の速さを c とする。

- ① この α 崩壊によって生じたエネルギーはいくらか、求めなさい。
- ② α 崩壊後に $^{234}_{90}\text{Th}$ の原子核と α 粒子が互いに十分遠くに離れた場合について考える。
 - i $^{234}_{90}\text{Th}$ の原子核の速さを V としたとき、 α 粒子の速さはいくらか、求めなさい。
 - ii α 粒子のもつ運動エネルギーはいくらか、 V を使わずに求めなさい。
- ③ $^{234}_{90}\text{Th}$ の原子核は、さらに α 崩壊を7回、 β 崩壊を6回行って、安定な原子核に変わった。この原子核の原子番号と質量数はそれぞれいくらか、求めなさい。

検査IV 理 科 【選択問題】

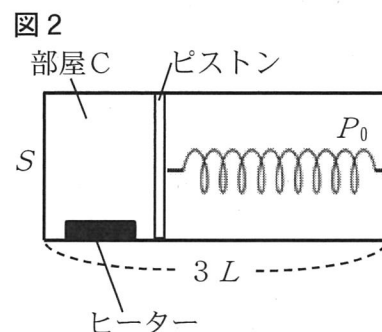
6 次の各問いに答えなさい。

- (1) 図1のように、なめらかな水平面上に、大きさが無視できる質量 $2m$ の小球A、質量 m の小球Bを置き、両者を自然の長さ L 、ばね定数 k の軽いばねでつないだ。全体が静止した状態からAのみに右向きに速度 v を与えると、AとBは振動しながら全体として右向きに一直線上を進んでいった。



- ① AとBをまとめて1つの物体とみなしたとき、その重心の速さはいくらか、求めなさい。
- ② 最も縮んだときのばねの長さはいくらか。計算過程を示し、求めなさい。
- ③ ②のときのばねの長さを l として、重心から見たBにはたらく弾性力の大きさはいくらか、求めなさい。
- ④ 重心から見たBの単振動の周期はいくらか、求めなさい。

- (2) 図2は長さ $3L$ 、断面積 S のシリンダーの断面図であり、シリンダーには厚さが無視できるピストンが取り付けられている。シリンダーとピストンはともに断熱材でできており、シリンダー内の部屋Cと外気の間で熱および気体のやりとりは行われない。部屋Cには単原子分子理想気体が物質質量 n 封入されていて、ピストンはなめらかに動くことができる。



ピストンには、自然の長さが $2L$ 、ばね定数が k のばねが取り付けられ、他端は固定されている。シリンダー内には大きさが無視できるヒーターが取り付けられており、部屋Cに熱を与えることができる。

外の大気圧は P_0 で一定であり、気体定数を R とする。最初、ばねは自然の長さ、部屋C内の圧力は P_0 であった。この状態をIとする。

- ① 状態Iにおける、部屋C内の温度はいくらか、求めなさい。
- ② 次にヒーターで部屋C内にゆっくり熱を与え、ばねの長さが L になったところでヒーターを止めた。この状態をIIとしたとき、状態IIにおける部屋C内の圧力はいくらか、求めなさい。
- ③ 状態Iから②の状態IIに移る間にヒーターが気体に与えた熱量はいくらか。計算過程を示し、求めなさい。

検査IV 理 科 【選択問題】

7 次の文を読んで、下の各問いに答えなさい。ただし、原子量はH=1.0、C=12、O=16とする。

5種類の繊維A～Eがあり、これらの繊維は綿(木綿)、羊毛(毛)、ビニロン、アクリル繊維、ナイロン6(6-ナイロン)のいずれかであり、AとCは天然繊維であることがわかっている。

A～Eを同定するために行った操作と結果についてまとめた。

操作Ⅰ：各繊維を試験管に少量入れ、濃塩酸を加え加熱したところ、A、C、Dは加水分解され溶けたが、B、Eには変化がなかった。

操作Ⅱ：操作Ⅰで加水分解されたA、C、Dの溶液について、塩酸を揮発させて除去した後、水を加えたところ、すべて溶解した。

操作Ⅲ：操作Ⅱの溶液の一部を新しい試験管に取り、フェーリング液を加えて加熱したところ、Aが溶けた溶液でのみ赤褐色の沈殿が見られた。

操作Ⅳ：操作Ⅱの溶液の一部を新しい試験管に取り、ニンヒドリン溶液を加えて加熱したところ、CおよびDが溶けた溶液は呈色した。

操作Ⅴ：Eを空气中で燃やすと少量の^{すす}煤と、水溶性のある窒息性の有毒ガスが発生した。

- (1) Aを構成する高分子の単量体を直径 $5.0 \times 10^{-8} \text{cm}$ の球とすると、直線状に長く連結した分子量 5.0×10^5 の高分子の長さは何cmになるか。計算過程を示し、有効数字2桁で書きなさい。
- (2) Bはポリビニルアルコールを適量のホルムアルデヒド溶液で処理することで、ポリビニルアルコール分子中のヒドロキシ基の30～40%をアセタール化して合成される。
 - ① Bの合成において、適度なアセタール化を施す理由を説明しなさい。
 - ② 質量パーセント濃度が37%のホルムアルデヒド溶液(密度 1.1g/cm^3)のモル濃度は何mol/Lか。計算過程を示し、有効数字2桁で書きなさい。
- (3) 操作Ⅳでは何色の呈色が観察されたか、書きなさい。また、この呈色にかかわった官能基は何か、名称を書きなさい。
- (4) Dの合成に用いられる単量体の構造式を書きなさい。
- (5) 操作Ⅴで発生した有毒ガスは何か、物質名を書きなさい。

検査IV 理 科 【選択問題】

8 次の文を読んで、下の各問いに答えなさい。必要であれば、次の値を用いなさい。

$$\sqrt{2.8} = 1.7, \log_{10}1.7 = 0.23, \log_{10}2.0 = 0.30, \log_{10}2.8 = 0.45,$$

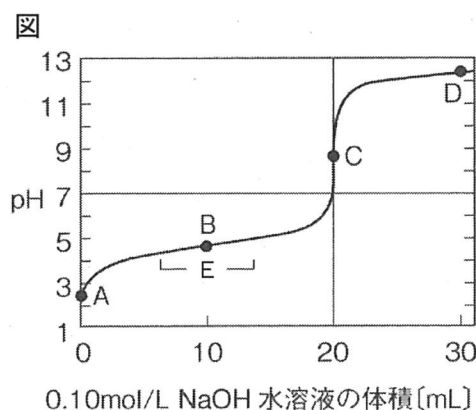
水のイオン積 $K_w = 1.0 \times 10^{-14} \text{ (mol/L)}^2$ とする。

酢酸は水に溶け、水溶液中では次のような化学平衡が成り立っている。



酢酸水溶液の中にメチルオレンジを加えると溶液の色は赤くなり、この溶液に酢酸ナトリウムを加えると溶液の色は黄色味を帯びた。これは酢酸イオンの **あ** 効果によって、平衡が **い** 向きに移動したためと考えられる。

図は、0.10 mol/L 酢酸水溶液 20 mL に 0.10 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液を滴下し、pH を測定した結果である。C は中和点を、B は中和に必要な量の半分の水酸化ナトリウム水溶液を滴下したときの点を示している。C では、中和により生じた塩は完全に電離するが、ここで生じた酢酸イオンの一部が水と反応して、平衡が成り立っている。



- (1) **あ**、**い** に当てはまる語句を書きなさい。
- (2) B の pH は 4.55 と測定された。酢酸の電離定数 K_a はいくらか。計算過程を示し、有効数字 2 桁で書きなさい。
- (3) A における $[\text{H}^+]$ はいくらか。計算過程を示し、有効数字 2 桁で書きなさい。ただし、このときの酢酸の電離度は 1 に比べて非常に小さいものとする。
- (4) C における pH はいくらか。小数第 2 位まで書きなさい。
- (5) この滴定に用いる指示薬として適切なものを次のア～エから 1 つ選び、記号を書きなさい。

ア	メチルオレンジ	イ	プロモチモールブルー
ウ	フェノールフタレイン	エ	メチルレッド
- (6) E の範囲では、その前後に比べて pH の変化が小さかった。その理由を簡潔に説明しなさい。

検査IV 理 科 【選択問題】

9 次の文を読んで、下の各問いに答えなさい。

カルビンとベンソンは、 ^{14}C からなる CO_2 を緑藻類に与えて光合成を行わせ、 ^{14}C がどんな物質に取り込まれるかを解析し、 CO_2 がどのように固定されるかを調べた。その結果、 CO_2 は光照射直後に a 炭素5個を含む化合物 (C_5 化合物) と反応して b 炭素3個を含む化合物 (C_3 化合物) になり、それが次々に変化してより複雑な有機物がつくられていることがわかった。この反応は回路状(カルビン回路)になっており、この経路により外界の CO_2 を固定する植物を C_3 植物という。

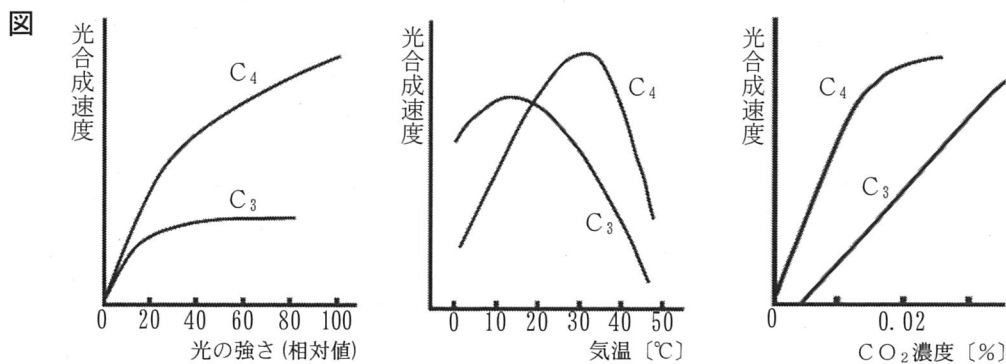
ある植物では、 CO_2 は葉内の **あ** 細胞において c 炭素4個を含む化合物 (C_4 化合物) となる。 C_4 化合物は速やかにリンゴ酸に変換され、 **い** 細胞に運ばれる。その後リンゴ酸の分解によって生じる CO_2 は、カルビン回路に取り込まれ再固定される。これらの植物を d C_4 植物 という。

別の植物では、太陽光を照射して光合成を行わせた場合、 CO_2 の取り込みはほとんど行われない。一方、暗所では CO_2 の取り込みが増えて C_4 化合物となり、リンゴ酸に変換された後、 **あ** 細胞の **う** に蓄積される。太陽光を再び照射すると、リンゴ酸から CO_2 が取り出され、カルビン回路に再固定される。これらの植物を e CAM植物 という。

- (1) **あ** ~ **う** に当てはまる適切な語句をそれぞれ書きなさい。
- (2) 下線部 a、b、c の化合物の名称を、略号を用いずに書きなさい。
- (3) 下線部 d、e の植物として適切なものを、次のア〜クから2つずつ選び、記号を書きなさい。

ア	サツマイモ	イ	トウモロコシ	ウ	イネ	エ	ダイコン
オ	サトウキビ	カ	ベンケイソウ	キ	コムギ	ク	サボテン

- (4) 大気中の CO_2 は気孔から取り入れられるが、気孔が開いていると蒸散が起こる。植物における蒸散の役割を2つ書きなさい。また、気孔を閉じ蒸散を抑えるのに作用する植物ホルモンの名称を書きなさい。
- (5) 図は、光合成速度と光の強さ、気温、 CO_2 濃度との関係を、 C_3 植物と C_4 植物で比較したものである。図から、 C_4 植物は、 C_3 植物と比べてそれぞれどのような特徴をもつと考えられるか、書きなさい。



- (6) CAM植物の光合成のしくみは、その生育にどのような利点があると考えられるか。気孔の開閉、生育場所に触れて書きなさい。

検査IV 理 科 【選択問題】

10 次の文を読んで、下の各問いに答えなさい。

進化には、形質の小さな変化など種が形成されないレベルの **あ** と、新しい種の形成や、無脊椎動物から脊椎動物が出現するような大きな変化が生じる **い** がある。地球上で生物が進化してきた道筋は系統と呼ばれ、進化の過程で派生した生物をその時間的な順番にしたがつて枝分かれした線で表した図を系統樹という。生物間の系統関係を推定する方法は数多くあり、**a** 形態の比較、**b** 発生様式の比較、**c** DNAやタンパク質の比較などが系統関係を明らかにするために利用されている。

- (1) **あ**、**い** に当てはまる適切な語句をそれぞれ書きなさい。
- (2) 下線部 **a** について、形態の類似には相同と相似があり、両者は区別して考える必要がある。相似器官とは何か、例を示して説明しなさい。
- (3) 下線部 **b** について、原索動物は発生のおいずれかの段階で脊索をもつことが特徴である。次の **A～カ** から原索動物をすべて選び、記号を書きなさい。
- 〔 **A** ウニ **I** ホヤ **ウ** ナメクジ **ウオ** **E** カエル **オ** カメ **カ** カモノハシ 〕
- (4) 下線部 **c** について、以下の各問いに答えなさい。

- ① DNAの塩基配列やタンパク質のアミノ酸配列の変化など、分子にみられる変化を何と
いうか。また、このような変化の速度を何と
いうか、それぞれ書きなさい。
- ② DNAは、領域により塩基配列の変化の蓄積する速さが異なることが知られている。塩基
配列について、変化の蓄積速度が比較的大きい例を蓄積速度が大きくなる理由とともに
2つ書きなさい。

- (5) **表1** は、4種の生物種について、DNAのある部分の塩基配列を比較したものである。塩基の変化の総数が最も少なくなるように系統樹を作成する方法（最節約法）を用いて、分子系統樹を作成しなさい。なお、生物種0は、生物種1～3と系統的に最も遠く離れていることがわかっている外群とする。

表1 各生物種のDNAの塩基配列

	サイト(塩基)					
	1	2	3	4	5	6
種1	A	C	T	C	G	G
種2	A	G	T	A	G	G
種3	A	C	C	C	G	G
種0	A	G	T	C	A	G

- (6) **表2** は、ヒト、動物X、Y、Zについて、あるタンパク質のアミノ酸配列を比較し、2つの生物種間で異なるアミノ酸の数を示したものである。このタンパク質のアミノ酸の変化は、生物種に関係なく一定の速さで起きるものとして、以下の各問いに答えなさい。

- ① **表2**の結果をもとに、分子系統樹を作成しなさい。
- ② ヒトと動物Zの共通祖先が分岐したのは、約7500万年前と考えられている。このタンパク質の1個のアミノ酸が変化するのに約何年かかることになるか、答えなさい。
- ③ ヒトと動物Xの共通祖先が分岐したのは約何年前と考えられるか、答えなさい。

表2 アミノ酸の置換数

	ヒト	動物X	動物Y	動物Z
ヒト	0	37	79	15
動物X		0	84	43
動物Y			0	75
動物Z				0

検査IV 理 科 【選択問題】

11 次の文を読んで、下の各問いに答えなさい。

1924年12月2日、茨城県南部にある高層気象台において、ゴム製の気球に水素を注入して飛ばし、地上から経緯儀と呼ばれる観測機器を用いて、目視による上空の風速と風向の観測が行われた。下記は、その観測記録をまとめたものである。

＜観測記録＞

本州中部地方内陸における高気圧の影響を受けて a 地面近くでは北西の風が吹いていたが、海拔500mでは東に風向を変えた。しかしながら b オホーツク海に728mmの低気圧があることもあって、海拔900mで再び風向は北西に転じた。これより上空の風向は大気大循環の流れと整合的であり、海拔1.5kmより上空ではほぼ一定の西風であった。海拔1km以下では風速は非常に小さく、わずか4m/s程度に過ぎなかったが、海拔1kmより上空では風速は急激に大きくなっていった。その割合は高度1kmあたり約7m/sであった。さらに海拔7kmより上空では、高度1kmあたり約15m/sの割合で風速が劇的に増大するのを観測した。 c 海拔9kmでの風速は実に72m/sという大きな値を示していた。

- (1) 下線部 a について、地表付近の風向、風力は主に3つの力のつりあいにより決まる。3つの力を書きなさい。
- (2) 下線部 b について、オホーツク海上にあった低気圧の中心気圧は何 hPa か、小数第1位を四捨五入して整数で書きなさい。ただし、728mm は気圧計で示された水銀柱の高さであり、1013hPa での水銀柱の高さは760mm となる。
- (3) 下線部 c の日本の上空に吹く特に強い偏西風を何というか、書きなさい。
- (4) この日の高層気象台付近はどのような天気であったと推定できるか。推定できる天気と理由を風向に注目して説明しなさい。
- (5) 太陽光線に垂直な地表 1 m^2 が1秒間に受け取る太陽放射エネルギーを S [$\text{J}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$]、地球の半径を R [m]、円周率を π としたとき、1秒間に地球が受け取る太陽放射エネルギーの総量は何 J か、書きなさい。
- (6) 太陽放射エネルギーによって暖められた地表面からは水分が蒸発し、これが大気中で凝結して、雨や雪として降る。このとき、地表面は蒸発の潜熱によって冷やされ、上空では凝結潜熱の放出により暖められるため、上空にエネルギーが運ばれる。
 - ① 地球全体の年平均降水量を P [m]、地球の半径を R [m]、単位質量あたりの水の凝結潜熱を Q [J/kg]、水の密度を $1000\text{ kg}/\text{m}^3$ として、大気中の水蒸気が地球全体で1年間に凝結するときに放出される潜熱は何 J か、書きなさい。ただし、凝結した水蒸気は全て雨や雪になるものとする。
 - ② 年間の地球全体での平均降水量を 0.80 m 、太陽光線に垂直な地表 1 m^2 が1秒間に受けとる太陽放射エネルギー S を $670\text{ J}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 、凝結潜熱 Q を $2.5 \times 10^6 \text{ J}/\text{kg}$ として、地球全体で放出される凝結潜熱は太陽放射エネルギーの何%に相当するか。計算の過程を示し、整数で書きなさい。ただし、1年は 3.2×10^7 秒とする。

検査IV 理 科 【選択問題】

12 次の文を読んで、下の各問いに答えなさい。

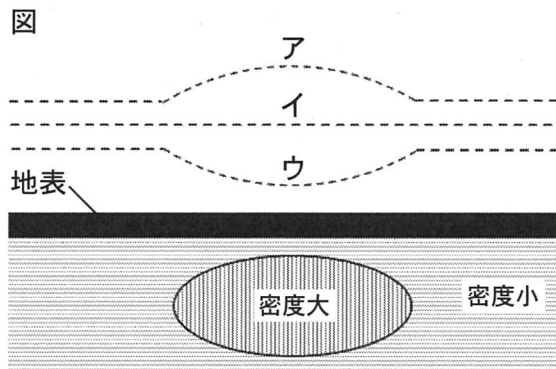
地球の形は、赤道半径が長い回転楕円体である。回転楕円体のうち、平均的な海水面であるジオイド面に最も近い楕円体を地球楕円体といい、その表面での重力を標準重力という。しかし、実際の地球表面での重力値は、地球内部の密度分布などにより標準重力とは異なっている。標準重力と実際の重力との差を重力異常といい、測定点とジオイドとの高度差を補正したフリーエア異常と、さらにその間にある物質の影響を補正したブーゲー異常とがある。そのため、ブーゲー異常は地球内部の密度分布を反映している。

- (1) 高緯度と低緯度による重力の大きさの違いについて述べた次の文の あ ~ う に当てはまる語句を書きなさい。

重力は あ と い の合力であり、あ が大きく、い が小さいほど大きい。
う 緯度ほど回転半径が小さくなるため い が小さくなる。よって、重力は う 緯度ほど大きくなる。

- (2) 一般的に、地形の高度とブーゲー異常との関係を見ると、陸地の山岳地域では負の大きな値を示し、海洋では正の大きな値を示す。海洋でブーゲー異常が正の大きな値を示す理由を書きなさい。

- (3) 図は、地下構造の模式図とジオイドを示したものである。周囲にくらべて密度の大きな物体が地下に存在する場合、ジオイドはどのようなになるか。図の点線ア～ウから1つ選び、記号を書きなさい。また、その理由を書きなさい。



- (4) 地球楕円体の赤道半径を a 、極半径を b 、それらの平均値 (平均半径) を R 、扁平率を f とする。 a を R と f を用いて書きなさい。
- (5) 地球楕円体の平均半径は 6367km 、扁平率は $\frac{1}{298}$ である。赤道半径と極半径の差は平均半径の何%か、小数第1位まで書きなさい。ただし、解答には結果だけでなく計算の過程も示すこと。

記号	理	番号	
----	---	----	--

検査IV 理科【共通問題】解答例

(解答上の注意)

- (1) 解答は、全て解答用紙に記入すること。
 (2) 【共通問題】の1～4は、全員が解答すること。

1	(1)	①	$\frac{1}{2}g$	②	$2\sqrt{\frac{h}{g}}$
		③	$\frac{5}{2}h$		
(2)	①	b、f		②	a、c、e

各2点

2	(1)	①	周期律	②	メンデレーエフ
	(2)	1 価の陽イオンにするために必要な最小のエネルギー			
	(3)	元素記号	B	元素名	ホウ素
	(4)	K殻、L殻が電子で満たされた閉殻であるため			
	(5)	8			

(1)①②、(3)は各1点、ほか各2点

記号	理	番号	
----	----------	----	--

検査IV 理科【共通問題】解答例

3

(1)	あ	グリコーゲン	え	間脳視床下部
	お	副交感		
(2)		オ	(3)	イ
(4)		エ		
(5)	ホル モン	糖質コルチコイド	内分 泌腺	副腎皮質
(6)	II 型	(理由) 食事をとった後にインスリンの増加がみられるから。		

(1) (2) (3) (4)は各1点、(5)は各1点、(6)は完答2点

4

(1)		モホロピッチ不連続面	(2)		核
(3)		イ	(4)		ウ
(5)	う	アイソスタシー	え		3.0
	お	5 1			

(1)～(4)各1点、(5)各2点

記号	理	番号	
----	---	----	--

検査IV 理科【選択問題】解答例

(解答上の注意)

- (1) 解答は、全て解答用紙に記入すること。
 (2) 【選択問題】は8問中、各自が4問を選び解答すること。その際、選んだ問題番号を必ず下の□に記入すること。

[選んだ問題番号記入欄]

--	--	--	--

5

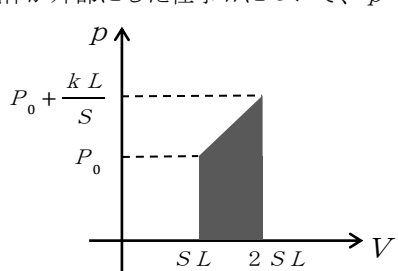
(1)	①	i	$\frac{4E}{3R}$	ii	$\frac{8}{81}CE^2$
	②	$\frac{8E}{3R}$			
	③	<p>Bの電位を V_B とする。C_1、C_2、C_3の円形の抵抗線側の極板の電位を V_1、V_2、V_3 とすると、</p> $V_1 = \frac{5}{6}E, V_2 = \frac{1}{6}E, V_3 = \frac{1}{2}E$ <p>スイッチを入れる前後で電気量の総和は変わらない。初期状態で、3つのコンデンサーには電荷が蓄えられていなかったため、3つのコンデンサーに蓄えられた電気量の合計は0</p> <p>よって、$C(V_B - \frac{5}{6}E) + C(V_B - \frac{1}{6}E) + C(V_B - \frac{1}{2}E) = 0$</p> <p>これより、$V_B = \frac{1}{2}E$となる。</p>			
(2)	①	$(M_0 - M_1 - m)c^2$			
	②	i	$\frac{M_1}{m}V$	ii	$\frac{M_1}{M_1 + m}(M_0 - M_1 - m)c^2$
	③	原子番号	8 2	質量数	2 0 6

(1)①各2点、(1)②3点、(1)③5点、(2)①②各2点、(2)③完答2点

記号	理	番号	
----	---	----	--

検査IV 理科【選択問題】解答例

6

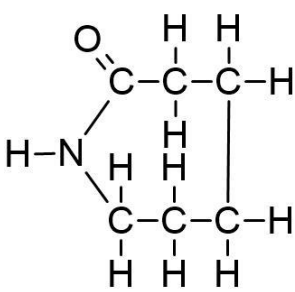
(1)	①	$\frac{2}{3} v$		
	②	<p>ばねが最も縮んだときのA、Bの速さを V とすると、運動量保存の法則より、</p> $2 m v = (2 m + m) V \quad \text{よって} \quad V = \frac{2}{3} v$ <p>求めるばねの長さを l とすると、力学的エネルギーは保存されるので、</p> $\frac{1}{2} \times 2 m \times v^2 = \frac{1}{2} k (L - l)^2 + \frac{1}{2} \times 3 m \times \left(\frac{2}{3} v\right)^2$ <p>よって、$l = L - \sqrt{\frac{2m}{3k}} v$</p>		
	③	$k (L - l)$	④	$2 \pi \sqrt{\frac{2m}{3k}}$
(2)	①	$\frac{P_0 S L}{n R}$	②	$P_0 + \frac{k L}{S}$
	③	<p>熱力学第一法則により、$Q = \Delta U + W \dots (*)$</p> <p>状態IIのときの温度は、②と $P \cdot S \cdot 2L = n R T'$ より $T' = \frac{2L}{nR} (P_0 S + kL)$</p> <p>まず、$\Delta U$ について、①と上より</p> $\Delta U = \frac{3}{2} n R \left\{ \frac{2L}{nR} (P_0 S + kL) - \frac{P_0 S L}{nR} \right\} = \frac{3}{2} P_0 S L + 3 k L^2$ <p>気体が外部にした仕事 W について、p-V 図は下のようになり、囲まれた面積が W となる。</p> <p>よって $W = P_0 S L + \frac{1}{2} k L^2$</p>  <p>以上より、(*) を用いて、$Q = \frac{5}{2} P_0 S L + \frac{7}{2} k L^2$</p>		

(1)は各3点、(2)①②は各2点、(2)③は4点

記号	理	番号	
----	---	----	--

検査IV 理科【選択問題】解答例

7

(1)	<p>Aは綿であり、繊維を構成する高分子はセルロースである。 その重合度を n とすると、$(C_6H_{10}O_5)_n = 5.0 \times 10^5$ $162n = 5.0 \times 10^5 \quad \therefore n \doteq 3086$ セルロース分子の直径が 5.0×10^{-8} cm であるから、 $\therefore 5.0 \times 10^{-8}$ cm \times 3086 $\doteq 1.54 \times 10^{-4}$ cm</p> <p style="text-align: right;"><u>1.5×10^{-4} cm</u></p>		
(2)	①	<p>ポリビニルアルコールの水溶性を抑え、適度な吸湿性を保つことができるから。</p>	
	②	<p>ホルムアルデヒドの分子量は、$HCHO = 30$ 溶液 1L で考えると、溶液のモル濃度は、 $1.1 \text{ g/cm}^3 \times 1000 \text{ cm}^3 \times \frac{37}{100} \div (30 \text{ g/mol}) \div 1 \text{ L} \doteq 14 \text{ mol/L}$</p> <p style="text-align: right;"><u>14 mol/L</u></p>	
(3)	呈色	紫色	名称 アミノ基
(4)			
(5)	シアン化水素		

(1)(2)①は4点、(2)②(4)(5)は3点、(3)は完答3点

記号	理	番号	
----	---	----	--

検査IV 理科【選択問題】解答例

8

(1)	あ	共通イオン	い	左												
(2)	<p>反応式の平衡定数 K_a は、次のように表される。</p> $K_a = [\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]/[\text{CH}_3\text{COOH}]$ <p>B では酢酸と酢酸ナトリウムの等量混合溶液なので、 $[\text{CH}_3\text{COOH}] = [\text{CH}_3\text{COO}^-]$</p> <p>よって、$K_a = [\text{H}^+]$</p> <p>ここで $\text{pH} = -\log_{10}[\text{H}^+]$ より、 $-\log_{10}[\text{H}^+] = 4.55 = -(-5 + 0.45) = -(\log_{10}10^{-5} + \log_{10}2.8) = -\log_{10}(2.8 \times 10^{-5})$ $[\text{H}^+] = 2.8 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$</p> <p style="text-align: right;">$K_a = \underline{2.8 \times 10^{-5} \text{ mol/L}}$</p>															
(3)	<p>酢酸のモル濃度を c、電離度を α とすると、A での各物質のモル濃度は次のようになり、電離定数 K_a は下記のように表せる。</p> $\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$ <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">電離前</td> <td style="width: 35%; text-align: center;">c</td> <td style="width: 35%; text-align: center;">0</td> <td style="width: 15%; text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td>変化量</td> <td style="text-align: center;">$-c\alpha$</td> <td style="text-align: center;">$+c\alpha$</td> <td style="text-align: center;">$+c\alpha$</td> </tr> <tr> <td>平衡時</td> <td style="text-align: center;">$c(1-\alpha)$</td> <td style="text-align: center;">$c\alpha$</td> <td style="text-align: center;">$c\alpha$</td> </tr> </table> $K_a = (c\alpha \cdot c\alpha) / c(1-\alpha) = (c\alpha^2) / (1-\alpha)$ <p>ここで、$\alpha \ll 1$ より $1-\alpha \doteq 1$ とみなせるので $K_a = c\alpha^2$、 $\alpha > 0$ より $\alpha = \sqrt{K_a/c}$ よって、$[\text{H}^+] = c\alpha = \sqrt{cK_a}$</p> $\therefore [\text{H}^+] = \sqrt{cK_a} = \sqrt{0.10 \text{ mol/L} \times 2.8 \times 10^{-5} \text{ mol/L}}$ $= 1.7 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ <p style="text-align: right;">$[\text{H}^+] = \underline{1.7 \times 10^{-3} \text{ mol/L}}$</p>				電離前	c	0	0	変化量	$-c\alpha$	$+c\alpha$	$+c\alpha$	平衡時	$c(1-\alpha)$	$c\alpha$	$c\alpha$
電離前	c	0	0													
変化量	$-c\alpha$	$+c\alpha$	$+c\alpha$													
平衡時	$c(1-\alpha)$	$c\alpha$	$c\alpha$													
(4)	8.63															
(5)	ウ															
(6)	<p>未反応の酢酸（弱酸）と、中和反応で生じた酢酸ナトリウム（弱酸の塩）により、緩衝溶液となっているから。</p>															

(1)は完答3点、(2)(3)(4)は4点、(5)は2点、(6)は3点

記号	理	番号	
----	---	----	--

検査IV 理科【選択問題】解答例

9

(1)	あ	葉肉	い	維管束鞘
	う	液胞		
(2)	a	リブロース二リン酸	b	ホスホグリセリン酸
	c	オキサロ酢酸		
(3)	d	イ、オ	e	カ、ク
(4)	役割	水を葉のほうに引っ張り上げる。	葉を冷却する。	
	ホルモン	アブシシン酸		
(5)	光の強さ	強光下での光合成速度は、 C_4 植物の方が C_3 植物よりも大きい。		
	気温	最適温度の値と最適温度における光合成速度は、 C_4 植物の方が大きい。		
	CO_2 濃度	C_4 植物の方が、 CO_2 濃度が低い条件下でも盛んに光合成を行うことができる。		
(6)	CAM植物は日中に気孔を閉じて水分の損失を抑え、夜になると開いて CO_2 を吸収し、固定する。よって、非常に乾燥した場所でも生育ができる。			

(1)(4)ホルモン(6)は各2点、(2)(4)役割は各1点、(3)はそれぞれ完答で1点、(5)は完答で3点

記号	理	番号	
----	----------	----	--

検査IV 理科【選択問題】解答例

10

(1)	あ	小進化	い	大進化	
(2)	形や働きが似ていても、発生起源が異なる器官。 例としてカモメの翼とチョウの翅など。				
(3)	イ、ウ				
(4)	①	変化	分子進化	速度	分子時計
	②	<ul style="list-style-type: none"> ・コドンの3番目にあたるDNAの塩基は、変化しても指定するアミノ酸に変化がない場合があり、変化の速度が大きい。 ・アミノ酸に翻訳されないイントロンなどの塩基配列は、変化しても生物の形質への影響がほとんどないため、変化の速度が大きい。 ・個体の生存や生命の維持にとってあまり重要でない遺伝子の塩基配列は、変化してもあまり自然選択を受けないため、変化の速度が大きい。 			(以上から2つ)
(5)			(6)	①	
(6)	②	1000万年		③	2億年前

(1) (3) (4)①はそれぞれ完答で2点、(2) (4)②(5) (6)は各2点

記号	理	番号	
----	---	----	--

検査IV 理科【選択問題】解答例

11

(1)	気圧傾度力	転向力	摩擦力
(2)	970 hPa		
(3)	ジェット気流		
(4)	気象台付近では北西の風が吹いているので、本州中部の移動性高気圧の東側に位置すると考えられるため、晴れていたと推定される。		
(5)	$\pi R^2 S$ [J]		
(6)	①	$4\pi R^2 PQ \times 10^3$ [J]	
	②	<p>地球全体で放出される凝結潜熱は、 $4\pi R^2 \times 0.8 \times 2.5 \times 10^6 \times 10^3$ [J/年] 1年間に地球が受け取る太陽放射エネルギーは $\pi R^2 \times 670 \times 3.2 \times 10^7$ [J] したがって</p> $\frac{4\pi R^2 \times 0.8 \times 2.5 \times 10^6 \times 10^3}{\pi R^2 \times 670 \times 3.2 \times 10^7} \times 100 = 37.3$ <p style="text-align: right;">37 %</p>	

(1)順不同各1点, (3)(5)は各2点 (2)(6)は各3点, (4)は4点

記号	理	番号	
----	----------	----	--

検査IV 理科【選択問題】解答例

12

(1)	あ	万有引力	い	遠心力	う	高
(2)	海洋は密度の小さい地殻が陸地よりも薄く、密度の大きいマントルが浅いところまで分布するのでブーゲー異常が大きくなっている。					
(3)	記号	ア	理由	地下に高密度の物体があると、その引力により重力は物体の方向に傾く。ジオイドは、重力の向きに垂直な面を連ねてできるので物体の上で盛り上がったような形になる。		
(4)	$a = \frac{2R}{2-f}$					
(5)	$a - b = af = \frac{2Rf}{2-f} = \frac{2 \times 6367 \times \frac{1}{298}}{2 - \frac{1}{298}} = \frac{6367}{298-0.5} = 21.40$ $\frac{21.4}{6367} \times 100 = 0.33$ <p style="text-align: right;"><u>0.3</u> %</p>					

(1) (3)は各2点、(2) (4) 3点、(5)は4点