

◇ 理科基礎（化学基礎＋生物基礎）

理基2-1～理基2-19まで19ページあります。

理科基礎

必要があれば、原子量および定数は次の値を使うこと。

H=1.0, C=12, N=14, O=16, Cl=35.5

標準状態での気体の体積は 22.4 L/mol とする。

第1問 次の問い(問1~5)に答えよ。〔解答番号 ~ 〕

問1 互いに同素体でないものの組合せを、後の選択肢から一つ選べ。

- ① ダイヤモンドとフラーレン
- ② 黄リンと赤リン
- ③ 塩化水素と塩酸
- ④ オゾンと酸素
- ⑤ 斜方硫黄とゴム状硫黄

問2 元素の周期表に関連する記述として誤りを含むものを、後の選択肢から一つ選べ。

- ① 典型元素とは、遷移元素を除くすべての元素をいう。
- ② ハロゲンの原子は、最外殻に7個の電子をもつ。
- ③ 貴(希)ガスは、ふつう単原子分子として存在する。
- ④ 金属元素の単体は、すべて常温で固体である。
- ⑤ ケイ素は、非金属元素である。

問 3 次の a~c の記述の正誤の組合せとして正しいものを、後の選択肢から一つ選べ。

- a 絶対温度 [K] とセルシウス温度 [°C] の目盛の間隔は同じである。
- b 1013 hPa の条件下で、水は 100°C 以下では蒸発しない。
- c 絶対零度より低い温度は存在しない。

	a	b	c
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

理科基礎

問 4 下の図は、炭酸水素ナトリウムを熱分解し、発生した気体の定性反応を行うための装置の模式図である。この実験装置において不適切なところを、後の選択肢から一つ選べ。 4

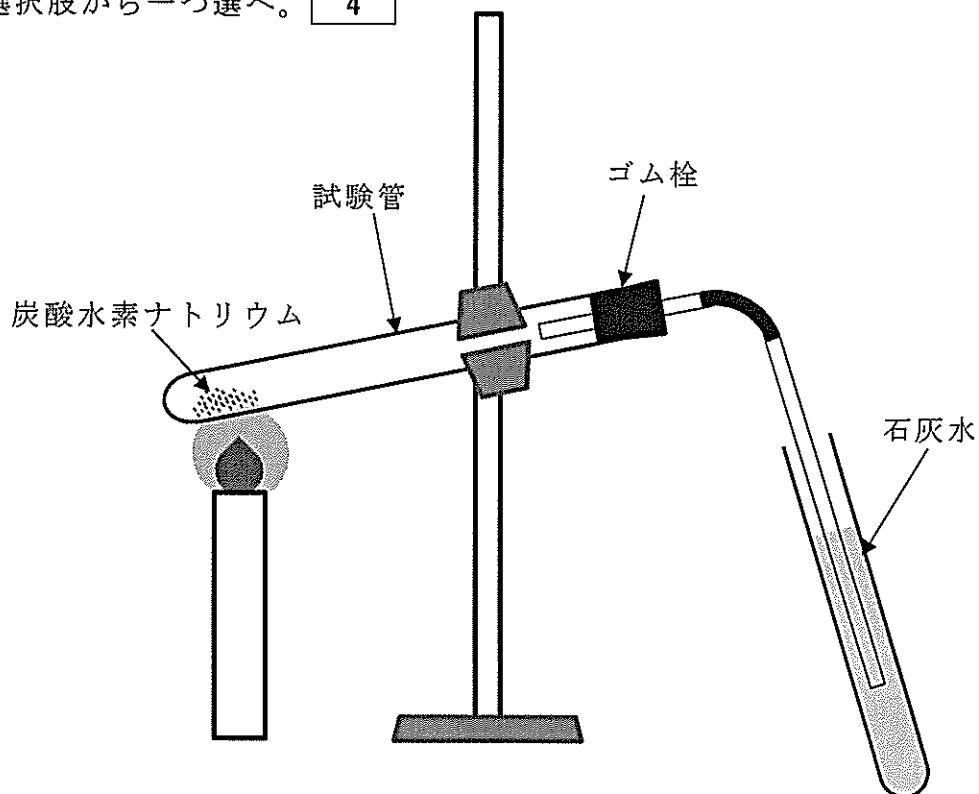


図 1 炭酸水素ナトリウムの熱分解

- ① 粉末状の炭酸水素ナトリウムを使用する。
- ② 試験管の口を上げて設置する。
- ③ 試験管の口にゴム栓をつける。
- ④ 発生した気体の定性反応に石灰水を使用する。

問 5 生活に関わる物質の記述として誤りを含むものを、後の選択肢から一つ選べ。 5

- ① セッケンには、その構造の中に水になじみやすい部分と油になじみやすい部分がある。
- ② 塩素は、水道水などの殺菌に利用されている。
- ③ ビタミンC(アスコルビン酸)は、食品の酸化防止剤として用いられる。
- ④ ポリエチレンテレフタレートは、石油から得られる物質からの化学反応で合成され、飲料水の容器などに用いられる。
- ⑤ 鉄とアルミニウムは溶鉱炉で加熱する同じ製法で大量生産されている。

第2問 次の問い(問1~3)に答えよ。〔解答番号 ~ 〕

問1 電子天秤で、実験用ガスの入ったボンベの質量を測定したところ 49.33 g であった。次に、図1のようにガスボンベ中の気体を水上置換法でメスシリンダーに集めた。集めた気体を濃硫酸に通じて水蒸気を除去したところ、その体積は標準状態の体積に換算して 200 mL であった。その後、再びガスボンベの質量を測定したところ 49.08 g であった。下の問い (a・b) に答えよ。

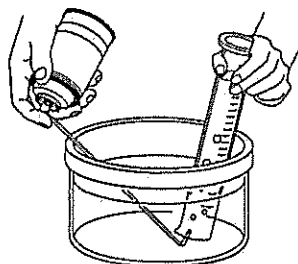


図1 ガスボンベ中の気体の収集 (模式図)

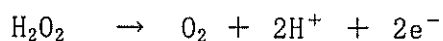
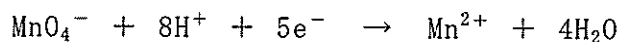
a この気体の標準状態における密度 (g/L) として最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。 g/L

- ① 0.73 ② 0.88 ③ 0.96 ④ 1.25 ⑤ 1.49

b ガスボンベに入っていた気体として最も適当なものはどれか。後の選択肢から一つ選べ。

- ① 水素 ② メタン ③ 窒素 ④ 酸素 ⑤ 塩素

問 2 過マンガン酸カリウムと過酸化水素の酸化還元滴定において、硫酸酸性水溶液中で過マンガン酸イオンと過酸化水素はそれぞれ次のように反応する。この反応に関する下の問い (a・b) に答えよ。



a この反応に関する記述として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

- ① 硫酸は酸化剤としてはたらいている。
- ② 硫酸の代わりに塩酸を利用できる。
- ③ 塩基性条件下では、酸化マンガン(IV)が生じる。
- ④ 過酸化水素水の水素原子の酸化数は-2である。
- ⑤ 硫酸酸性下で過マンガン酸カリウムと過酸化水素が過不足なく反応すると、反応後の水溶液は濃い赤紫色になる。

b 0.100 mol/L 過酸化水素水 20.0 mL と 3.00 mol/L の硫酸 10.0 mL をコニカルビーカーに加え、ここにビュレットを使用して濃度未知の過マンガン酸カリウム水溶液を滴下していくと 20.0 mL 加えたところで、滴定の終点に達した。この過マンガン酸カリウム水溶液の濃度 [mol/L] として最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。 mol/L

- ① 0.0200 ② 0.0400 ③ 0.100 ④ 0.250 ⑤ 0.375

理科基礎

問 3 酸と塩基および塩に関する記述 a～d のうち正しいものの組合せはどれか。
最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 10

- a 酸から生じる水素イオンの物質量と塩基から生じる水酸化物イオンの物質量が等しい時、酸と塩基は過不足なく反応する。
- b 酸の電離度 α を表す式は、 $\frac{\text{電離によって生じた水素イオンの物質量[mol]}}{\text{溶解した酸の物質量[mol]}}$ である。
- c 酢酸ナトリウムの水溶液に希硫酸を加えると、酢酸が生じて刺激臭がする。
- d 塩化アンモニウム NH_4Cl は酸性塩である。

- ① a と b ② a と c ③ a と d ④ b と c ⑤ b と d
- ⑥ c と d

問題は次のページに続く。

理科基礎

第3問 生物の特徴に関する次の文章(A・B)を読み、後の問い(問1~5)に答えよ。〔解答番号 ~ 〕

A 細胞は生物体を構成する基本単位である。ヒトの体はア真核細胞で構成され、最新の研究では約37兆個の細胞からなり、その種類は約270種類と推定されている。真核細胞の内部には、イ形態的・機能的に独立した構造体がある。これら構造体は細胞の持つ様々な機能を分担し、互いに連携することで生命活動を営んでいる。したがって、これら構造体はそれぞれの細胞の機能に大きく関与するため、生物の種や組織・器官によって細胞内構造は大きく異なる。また、細胞の大きさや形も異なっている。例えば、ヒトの口腔粘膜細胞の大きさは μm であるのに対し、ヒトの座骨神経ニューロンの長さは1 m以上にもなる。

問1 下線部アに関して、次のa~dの生物のうち真核細胞からなる多細胞生物の組合せとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

a 肺炎双球菌 b 酵母菌 c ネンジュモ d オオカナダモ

- ① aのみ ② bのみ ③ cのみ ④ dのみ ⑤ aとb
⑥ aとc ⑦ aとd ⑧ bとc ⑨ bとd

問2 下線部イに関する記述として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

- ① 核の最外層には核膜があり、物質が出入りする孔はなく完全に細胞質と仕切られている。
② 原核細胞は、たいていの真核細胞より大きい。
③ ヒトの細胞の最外層には細胞壁が存在する。
④ 葉緑体には光合成色素が含まれている。

問3 空欄 の大きさを調べるために、ヒトの口腔粘膜細胞を、接眼レンズ10倍、対物レンズ40倍の組合せで顕微鏡観察したところ、接眼マイクロメーター32目盛分と計測された。同じレンズの組合せで、1mmを100等分した目盛がついている対物マイクロメーターを観察したところ、対物マイクロメーター5目盛分と接眼マイクロメーター20目盛分の長さが一致していた。計測した口腔粘膜細胞の大きさは何 μm か。最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。

μm

- ① 13 ② 20 ③ 25
④ 40 ⑤ 50 ⑥ 80

理科基礎

B 生体内では物質を合成したり分解したりする反応が常に起こっている。この化学反応全体をまとめて **エ** と呼ぶ。**エ** は同化と異化に分けられ、細胞内での **エ** によるエネルギーのやり取りは **ATP** が仲立ちしている。




エ の反応のうち、複雑な物質を単純な物質に分解しエネルギーを取り出す過程を **カ** といい、その代表的な例としては、酸素を用いて有機物を分解してエネルギーを得る **キ** がある。

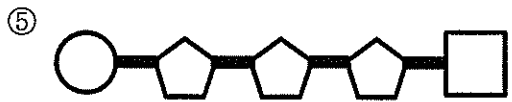
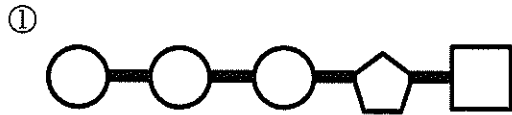
問 4 空欄 **エ** ・ **カ** ・ **キ** に当てはまる語の組合せとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 **14**

	エ	カ	キ
①	代謝	同化	呼吸
②	代謝	異化	呼吸
③	代謝	同化	燃焼
④	代謝	異化	燃焼
⑤	呼吸	同化	代謝
⑥	呼吸	異化	代謝
⑦	呼吸	同化	燃焼
⑧	呼吸	異化	燃焼

問 5 下線部オの模式図として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

15

 糖
  塩基
  リン酸



第4問 生物の体内環境の維持に関する次の文章(A・B)を読み、後の問い(問1～5)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕

A ヒトをはじめとする脊椎動物の血管系は、血液が血管中だけを通る閉鎖血管系である。ヒトの血管系は、動脈と静脈の間を毛細血管がつないでいる。ア動脈、静脈、毛細血管にはそれぞれ特徴的な構造がみられる。心臓から組織に送り出された血液は、組織の細胞との間で酸素と二酸化炭素の受け渡しを行う。酸素を多く含む血液を動脈血、含まれる酸素が少ない血液を静脈血とよび、肺動脈には が、肝門脈には が、腎動脈には が流れている。

心臓は血液を全身に送り出すポンプの役割をしており、運動時には安静時に比べて心拍数が増加することで、組織への酸素供給量を増やしている。

問1 下線部アに関する記述として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

- ① 動脈には弁があるが、静脈には弁がない。
- ② 静脈には弁があるが、動脈と毛細血管には弁がない。
- ③ 動脈と静脈は内皮の外側に筋肉の層があるが、毛細血管にも筋肉の層が存在する。
- ④ 動脈は内皮の外側に筋肉の層があるが、静脈と毛細血管は内皮細胞だけからなる。

問 2 空欄 ～ に当てはまる語の組合せとして最も適当なものを，後の選択肢から一つ選べ。

	イ	ウ	エ
①	動脈血	動脈血	動脈血
②	動脈血	動脈血	静脈血
③	動脈血	静脈血	動脈血
④	動脈血	静脈血	静脈血
⑤	静脈血	動脈血	動脈血
⑥	静脈血	動脈血	静脈血
⑦	静脈血	静脈血	動脈血
⑧	静脈血	静脈血	静脈血

問 3 次の表 1 は，ある人の安静時と運動時における左心室の最大容積と最小容積，および 1 分間当たりの心拍数を示したものである。運動時に心臓から送り出される 1 分間当たりの血液量は，安静時に心臓から送り出される 1 分間当たりの血液量のおよそ何倍になるか。最も適当な数値を，後の選択肢から一つ選べ。 倍

表 1 ある人の安静時と運動時における左心室の最大容積と最小容積，および 1 分間当たりの心拍数

状態	最大容積 (mL)	最小容積 (mL)	心拍数 (回/分)
安静時	130	80	60
運動時	130	60	200

- ① 3.5
- ② 3.8
- ③ 4.0
- ④ 4.4
- ⑤ 4.7

理科基礎

B マウスにニワトリの卵白アルブミンの投与を繰り返すと、卵白アルブミンに対して獲得免疫（適応免疫）がはたらき、卵白アルブミンに結合する抗体がつけられた。このマウスを用いて、次の実験1～3を行った。

実験1 マウスの脾臓^{ひそう}やリンパ節の細胞を取り出してシャーレAで培養した後、卵白アルブミンを加えると、T細胞が増殖し、培地から多量の抗体が得られた。

実験2 シャーレA中の培養細胞からT細胞だけを取り出してシャーレBで培養した後、卵白アルブミンをシャーレBに加えても、T細胞の増殖はみられなかった。

実験3 実験2でT細胞を取り出したシャーレA中にある残りの細胞を実験2で用いたシャーレBに入れると、T細胞の増殖がみられた。

問4 抗体に関連する記述として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

19

- ① B細胞が抗体産生細胞（形質細胞）へと分化し、特異的に結合する抗体を産生する。
- ② B細胞が抗体産生細胞（形質細胞）へと分化し、非特異的に結合する抗体を産生する。
- ③ T細胞が抗体産生細胞（形質細胞）へと分化し、特異的に結合する抗体を産生する。
- ④ T細胞が抗体産生細胞（形質細胞）へと分化し、非特異的に結合する抗体を産生する。

問 5 実験 1～3 について述べた文として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 20

- ① 実験 1 で増殖し抗体産生に関わったのはヘルパーT 細胞であり、実験 3 で T 細胞の増殖にはたらいした細胞は樹状細胞と考えられる。
- ② 実験 1 で増殖し抗体産生に関わったのはヘルパーT 細胞であり、実験 3 で T 細胞の増殖にはたらいした細胞は好中球と考えられる。
- ③ 実験 1 で増殖し抗体産生に関わったのはヘルパーT 細胞であり、実験 3 で T 細胞の増殖にはたらいした細胞はキラーT 細胞と考えられる。
- ④ 実験 1 で増殖し抗体産生に関わったのはキラーT 細胞であり、実験 3 で T 細胞の増殖にはたらいした細胞は樹状細胞と考えられる。
- ⑤ 実験 1 で増殖し抗体産生に関わったのはキラーT 細胞であり、実験 3 で T 細胞の増殖にはたらいした細胞は好中球と考えられる。
- ⑥ 実験 1 で増殖し抗体産生に関わったのはキラーT 細胞であり、実験 3 で T 細胞の増殖にはたらいした細胞はヘルパーT 細胞と考えられる。

第5問 岩場における生態系のバランスに関する次の文章を読み、後の問い(問1～4)に答えよ。〔解答番号 ~ 〕

図1は、ある海岸の岩場における食物網の一部を示している。この食物網には、肉食動物のヒトデ、イボニシ、そのえさとなるヒザラガイ、カサガイ、イガイ、フジツボ、カメノテが含まれる。イガイ、フジツボ、カメノテは岩場の表面に付着して、水中のプランクトンなどを食べて成長する。一方、カサガイ、ヒザラガイは移動しながら岩場表面に付着している藻類を食べている。しかし、イガイなどが付着して岩場表面を覆うと、藻類は生育できなくなる。ヒトデは、主にフジツボとイガイを捕食し、イボニシは、主にフジツボを捕食している(図の太い矢印)。岩場に付着する動物の中では、フジツボが最も多く、岩場表面の40%程度を覆っている。それに比べるとイガイやカメノテは少なく、岩場表面の5%以下に過ぎない。

この岩場の一部の区画で、継続的にヒトデだけを取り除く実験を行った。実験開始からしばらくすると、優占していたフジツボに代わってイガイとカメノテが増え始めた。実験開始3年後には岩場表面の95%がイガイに、5%がカメノテに覆われ、カサガイやヒザラガイはこの区画で見られなくなった。その後、岩場表面はすべてイガイで覆われた。なお、実験区画の近くの、ヒトデの除去を行わなかった場所で同じように観察を行ったが、そこではこの期間に岩場表面を覆っている生物の割合に変化はほとんど見られなかった。

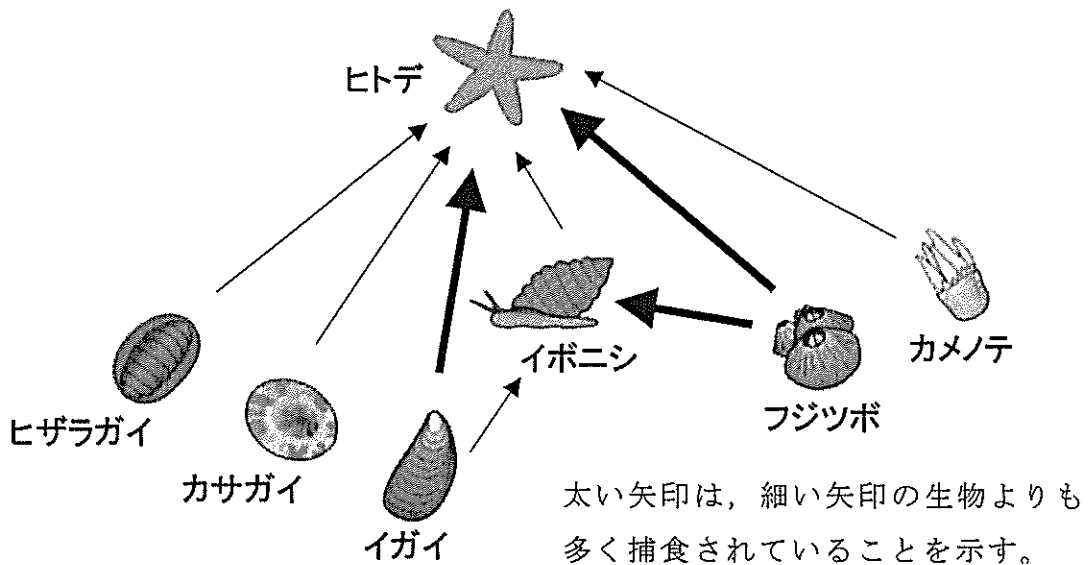


図1 ある海岸の岩場における食物網

問 1 生態系に関する記述として最も適当なものを，後の選択肢から一つ選べ。

21

- ① 生物が環境に影響を与えることを生態形成作用という。
- ② 物質は生態系の中で循環するが，エネルギーは一方向に流れる。
- ③ 生態系を支える生産者のうち，優占率が最も高い生物種をキーストーン種という。
- ④ 陸上の生態系は高度（標高）の影響を受けるが，水界の生態系は水深の影響を受けない。

問 2 下線部の実験開始前のこの生態系の栄養段階に関する記述として最も適当なものを，後の選択肢から一つ選べ。

22

- ① プランクトンは，分解者である。
- ② ヒザラガイは，動物食性動物である。
- ③ ヒトデが最高次の捕食者である。
- ④ ヒトデよりもプランクトンの個体数の方が少ない。

問 3 食物をめぐる争いが起こることがない生物の組合せとして最も適当なものを，後の選択肢から一つ選べ。

23

- ① カメノテとフジツボ
- ② カメノテとイガイ
- ③ ヒザラガイとカサガイ
- ④ ヒザラガイとイガイ

理科基礎

問 4 下線部の実験の結果から考えられるヒトデの果たす役割に関する記述として適切なものを、後の選択肢から二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。

24

25

- ① すべての動物や藻類を均等に捕食することによって、群集の構成を一定に保つ。
- ② 捕食によって、動物や藻類が新たに定着できる場所を作り出す。
- ③ 動物間の競争で優位なイガイを捕食することにより、他の劣位な種の存在を可能にする。
- ④ 中間的な捕食者であるイボニシを捕食することによって、イガイとフジツボの間の競争を緩和する。
- ⑤ 捕食によって藻類の生育場所を減少させる。