

選択問題 生物・化学・物理

(試験時間 10:00 ~ 11:00)

受験についての注意

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開いてはならない。
 2. この問題冊子は 34 ページある。
 3. 生物・化学・物理のうち 1 つを選んで解答すること。
 4. 試験中に問題冊子のページの脱落等に気付いた場合は、手をあげて監督者に知らせること。
 5. 解答用紙に受験番号を記入し、マーク欄にマークすること。また、氏名とふりがなを記入すること。
 6. 選択した科目名を解答用紙の選択科目名欄に記入し、記入した科目名を選択科目マーク欄にマークすること (マークがない場合は採点されない)。
 7. 解答用紙を折り曲げたり、破ったり、汚したりしないこと。
 8. 解答用紙への記入には必ず HB の黒鉛筆を用いること。シャープペンシルなど他の筆記用具を用いると、正確に読み取れない場合がある。
 9. マーク式の解答にあたっては、解答用紙の該当する箇所を右に示す例に従ってぬりつぶすこと。
例えば 2 にマークするときは、次のように
①●③とする。
- | | |
|---|-------|
| 例 | |
| 良 | 不良 |
| ● | ● ⊗ ● |
10. 一度記入したマークを消す場合には、消しゴムできれいに消すこと。
×をつけても消したことにはならない。また消しゴムのくずを完全に除去しておくこと。
 11. 解答がマーク式でないものについては、指定の箇所に解答を記入すること。
 12. 解答用紙の指定された場所以外には何も書いてはならない。
 13. 計算には問題冊子の余白あるいは別に配布する計算用紙 (白紙) を使用すること。
 14. 辞書機能、計算機能を持つものを使用してはならない。
 15. 携帯電話の電源は切っておくこと。身につけたり机の上に置いたりしてはならない。
 16. この問題冊子は試験終了後持ち帰ること。

生 物

[1] 細胞と細胞分裂に関する以下の文章 [I] と [II] を読み、問 1～5 に答えなさい。
(解答欄 ア～ソ)。

[I] 生物を形づくる最小単位は細胞である。細胞の大きさは生物の種類によって、また (A) 同じ生物でもからだの部位によって異なっている。大きい細胞としては直径 25～30 mm ほどの (ア) があり、肉眼でも見ることもできる。一方、小さい細胞としては直径 1 μm ほどの (イ) などがあり、光学顕微鏡で見ることができる限界に近い大きさである。細胞にはさまざまな構造体があり、(B) どの構造体が存在するかは生物によって異なっている。なお、以下に記載する表 1 中の「+」は存在することを、「-」は存在していないことを表す。

表 1 種々の細胞構造を含む生物

生物	細胞構造				
	細胞壁	細胞膜	核膜	ミトコンドリア	葉緑体
(エ)	-	+	+	+	-
(オ)	+	+	+	+	+
(カ)	+	+	+	-	+
(キ)	-	+	+	+	+
(ク)	+	+	-	-	-
(ケ)	+	+	+	+	-

問 1 (ア) と (イ) にあてはまる最も適切な語を、次の①～⑨から 1 つずつ選び、
解答欄 ア～イ にマークしなさい。

- | | | |
|-----------|------------|---------|
| ① ウニの卵細胞 | ② クラミドモナス | ③ クロレラ |
| ④ アメーバ | ⑤ ニワトリの卵細胞 | ⑥ 肺炎双球菌 |
| ⑦ マウスの肝細胞 | ⑧ ゾウリムシ | ⑨ 酵母 |

(生物)

問2 下線部 (A) について、ヒトの細胞の大きさの順として最も適切なものを、次の①～⑥から1つ選び、解答欄 にマークしなさい。

- ① 赤血球>肝細胞>卵細胞 ② 肝細胞>赤血球>卵細胞
③ 赤血球>卵細胞>肝細胞 ④ 肝細胞>卵細胞>赤血球
⑤ 卵細胞>赤血球>肝細胞 ⑥ 卵細胞>肝細胞>赤血球

問3 下線部 (B) について、表1中の生物 (エ) ～ (ケ) にあてはまる最も適切なものを、次の①～⑥から1つずつ選び、解答欄 ～ にマークしなさい。

- ① ミドリムシ ② ゾウリムシ ③ アオカビ
④ ネンジュモ ⑤ クラミドモナス ⑥ 該当生物なし

[II] 一定数の動物培養細胞が入ったシャーレを複数準備し、同時に培養を開始した。培養を開始してから24時間後および96時間後にシャーレを1つずつ取り出し、それぞれのシャーレに含まれる全細胞数を計測した。その計測結果を表2に示す。また、培養開始後48時間が経過したシャーレから全ての培養細胞を回収し、個々の細胞のDNA量を調べたところ、細胞あたりのDNA量(相対値)と、それぞれのDNA量をもった細胞の相対頻度の関係は表3のようになった。なお、全ての細胞の増殖速度は常に一定であるものとする。

表2 細胞の培養時間と増加数

培養を開始してからの時間(時間)	24	96
細胞数(×10 ⁵ 個)	2.3	18.4

表3 細胞あたりのDNA量と相対頻度

細胞あたりのDNA量(相対値)	1	1より大 2より小	2
相対頻度(%)	55	20	25

(生 物)

問4 表2の結果より、この培養細胞の細胞周期の長さ(時間)を求め、解答欄 にマークしなさい。

問5 この培養細胞に放射性同位体で標識したチミジンを短時間与えたところ、S期の細胞のDNAが特異的に標識された。その後、細胞集団を洗浄して細胞に取り込まれなかった放射性チミジンを全て洗い流し、放射性チミジンを含まない培養液の中でさらに培養を続けた。ここから (シ) 1時間後、(ス) 4時間後、(セ) 6時間後、(ソ) 10時間後に放射性同位体で標識された細胞を調べた。下線部(シ)～(ソ)のそれぞれの時間における結果として、最も正しいものを次の①～③から1つずつ選び、解答欄 ～ にマークしなさい。また、同じものを何回選んでもよい。なお、この培養細胞のM期の長さは1.5時間であり、細胞周期の各期の長さは表3の結果から求められる。

- ① M期の細胞には、放射性同位体で標識されている細胞は存在しない。
- ② M期の細胞には、放射性同位体で標識されている細胞と標識されていない細胞の両方が存在する。
- ③ M期の細胞には、放射性同位体で標識されている細胞のみ存在する。

(生 物)

2 PCR に関する以下の文章を読み、問 1～5 に答えなさい (解答欄 ア ～ ク)。

ポリメラーゼ連鎖反応 (PCR) 法とは、DNA の特定の領域を短時間で増幅する方法で、バイオテクノロジーの分野においてはなくてはならない技術である。この方法では、(A) DNA ポリメラーゼ、(B) プライマーと呼ばれる 2 種類の短い 1 本鎖 DNA、4 種類のヌクレオチド、増幅したい領域を含む 2 本鎖 DNA を含む反応液を調製し、(C) 3 段階の温度変化を繰り返すことによって目的の DNA 領域を増幅させる。温度変化の (D) 第 1 段階は約 95℃、(E) 第 2 段階は約 56℃、(F) 第 3 段階は約 72℃がよく用いられている。

問 1 下線部 (A) に関して、PCR で用いられる DNA ポリメラーゼは、ヒトの細胞内ではたらく DNA ポリメラーゼとは異なる特徴をもっている。その特徴を最も適切に説明しているものを、次の①～⑥から 1 つ選び、解答欄 ア にマークしなさい。

- ① RNA を合成できる。
- ② 補酵素を必要とする。
- ③ 高温で失活しにくい。
- ④ プライマーが RNA でも DNA を合成できる。
- ⑤ 試験管内で使用できる。
- ⑥ RNA を鋳型にして DNA を合成できる。

(生物)

問2 図1は、PCR法により増幅させたい180塩基対のDNAの塩基配列であり、2本鎖DNAのうち一方のDNA鎖の塩基配列を5'末端側から示したものである。下線部(B)に関して、この180塩基対のDNA鎖を増幅するためのプライマーの塩基配列として最も適切な配列を、次の①～⑧から2つ選び、解答欄 にマークしなさい。ただし、各選択肢は5'末端からの配列を示してある。

1	GCA CTC AGG AAG CAA CTG GCT ACA AAA GCC	30
31	GCT CGC AAG AGT GCG ACC TCT ACT GGA AGG	60
61	GTG AAG AAA CCT CAT CGT TAC AGG CCT GGT	90
91	ACT GTG ACG CTC CGT GAA ATT AGA CGT TAT	120
121	CAG AAG TCC ACT GAG CAG TCT TCG ACT GTT	180

図1 DNAの塩基配列

- ① GCA CTC AGG AAG CAA CTG
- ② GTC AAC GAA GGA CTC ACG
- ③ CGT GAG TCC TTC GTT GAC
- ④ CAG TTG CTT CCT GAG TGC
- ⑤ GAG CAG TCT TCG ACT GTT
- ⑥ TTG TCA GCT TCT GAC GAG
- ⑦ CTC GTC AGA AGC TGA CAA
- ⑧ AAC AGT CGA AGA CTG CTC

問3 下線部(C)に関して、目的DNA領域を1,000倍以上に増幅するには、3段階の温度変化を最低 回以上繰り返す必要がある。解答欄 に数字をマークしなさい。ただし、100%の効率で増幅がおこることとする。

(生 物)

問4 下線部 (D), (E), (F) の各段階において, 反応液中で起こることとして最も適切なものを, 次の①~⑧から1つずつ選び, 下線部 (D) については解答欄 に, 下線部 (E) については解答欄 に, 下線部 (F) については解答欄 にマークしなさい。

- ① 2本鎖 DNA 中の塩基どうしの結合が切れる.
- ② 2本鎖 DNA 中の糖どうしの結合が切れる.
- ③ 2本鎖 DNA 中の糖と塩基の結合が切れる.
- ④ プライマーが鋳型となる1本鎖 DNA と結合する.
- ⑤ プライマーが鋳型となる2本鎖 DNA を解離させる.
- ⑥ DNA ポリメラーゼがプライマーを合成する.
- ⑦ DNA ポリメラーゼが新規 DNA 鎖を合成する.
- ⑧ DNA ポリメラーゼが増幅させたい2本鎖 DNA 鎖を解離させる.

問5 PCR 法は様々な場面で応用されている. PCR 法を用いて行えることとして最も適切なものを, 次の①~⑥から2つ選び, 解答欄 にマークしなさい。

- ① 精製したタンパク質のアミノ酸配列の解析
- ② 血痕からの性別判定
- ③ 神経細胞の活動電位の測定
- ④ ヒトの成熟した核のない赤血球を用いた親子鑑定
- ⑤ 農作物の品種判定
- ⑥ 植物の呼吸商の測定

(生物)

3 免疫に関する以下の文章 [I] と [II] を読み、問1～5に答えなさい (解答欄 [ア]～[コ])。

[I] 私たちの体内には、様々な生物が共存している。例えば、消化管の中には約100兆個もの細菌が(ア)として生息し、食物の消化を助けるなどの役割を果たしている。一方、生体には(イ)などの異物の侵入を阻止する「免疫」という仕組みがある。異物の侵入は、まず、物理的や化学的な防御によって防がれている。皮膚の表面では、扁平な細胞が隙間なく重なる(ウ)と、皮脂腺や汗腺からの分泌物によって(エ)に保たれていることにより、異物の侵入が防がれている。しかし、この防御を突破して体内に侵入した異物は、自然免疫と獲得免疫(適応免疫)によって排除される。

問1 本文中の(ア)～(エ)にあてはまる最も適切な語を、次の①～⑦から1つずつ選び、解答欄 [ア]～[エ] にマークしなさい。

- ① 基底層 ② 角質層 ③ 常在菌 ④ 病原体
- ⑤ 耐性菌 ⑥ 弱酸性 ⑦ 弱アルカリ性

問2 免疫に関与する細胞の説明として最も適切なものを、次の①～⑤から2つ選び、解答欄 [オ] にマークしなさい。

- ① 好中球は顆粒をもたない。
- ② 単球はリンパ球へ分化する。
- ③ マスト細胞はヒスタミンを放出する。
- ④ マクロファージは血液中では好中球として存在する。
- ⑤ ナチュラルキラー細胞はリンパ球である。

問3 T細胞の説明として適切なものを、次の①～⑤からすべてを選び、解答欄 [カ] にマークしなさい。

- ① 骨髄で産生される。
- ② B細胞を活性化する。
- ③ 拒絶反応に関与する。
- ④ 胸腺で分化・成熟する。
- ⑤ ツベルクリン反応に関与する。

(生 物)

問4 免疫グロブリンの説明として最も適切なものを、次の①～⑤から2つ選び、解答欄 キ にマークしなさい。

- ① 形質細胞から分泌される。
- ② 花粉症には IgE が関与する。
- ③ 4本のH鎖と2本のL鎖からなる。
- ④ H鎖とL鎖はペプチド結合で結ばれている。
- ⑤ H鎖には可変部がない。

[II] 免疫反応は、健康な状態を保つために不可欠なものであるが、その反応が過剰になると身体に支障をきたしてしまう。何らかの原因で抗体が存在しているときに抗原にさらされると、適応免疫を引き起こし、くしゃみ、目のかゆみ、(ク)などの症状が現れることがある。これを(ケ)反応とよび、さらに急激な血圧低下や呼吸困難など重い症状を起こすことを(コ)という。

問5 本文中の(ク)～(コ)にあてはまる最も適切な語を、次の①～⑥から1つずつ選び、解答欄 ク ～ コ にマークしなさい。

- ① 免疫寛容 ② アナフィラキシーショック ③ じんましん
- ④ 手足のまひ ⑤ アレルギー ⑥ 拒絶反応

(生物)

4 神経のはたらきに関する以下の文章を読み、問1～5に答えなさい（解答欄ア～カ）。

受容器によって受容された外界からの情報は、体内での情報に変換される。このやりとりに重要な役割をはたすのが神経系であり、神経系は無脊椎動物から脊椎動物への進化過程で複雑な機能を獲得した。代表的な情報の変換は（ア）であり、（ア）は経験を通じて行動の変化を獲得することであり、脳の高次機能として重要である。このメカニズムはマウスやアメフラシなどの動物を用いて詳しく調べられている。

アメフラシは海水の出し入れをすることで呼吸する。海水はアメフラシのえらに続く水管を通る。経験を通して行動の変化を獲得するしくみのいくつかは (A) 接触刺激によるアメフラシのえら引っ込め反射の実験から明らかにされた。とくに、(B) えら引っ込め反射の慣れのしくみは（ア）のメカニズムとして重要であると考えられている。

慣れを起こしたアメフラシの尾部に電気ショックを与えるとえら引っ込め反射が回復し、さらに尾部に強い電気ショックを与えると敏感にえら引っ込め反射が生じる。この現象は（イ）とよばれ、(C) 特徴的な神経回路によって生じる。（イ）には (D) 水管感覚ニューロンの軸索末端の形態変化やはたらきが関係する。

問1 本文中の（ア）と（イ）にあてはまる最も適切な語を、次の①～⑧から1つずつ選び、解答欄アとイにマークしなさい。

- | | | | |
|---------|---------|------|-------|
| ① 無条件反応 | ② 無条件刺激 | ③ 鈍化 | ④ 鋭敏化 |
| ⑤ 走性 | ⑥ 周期性 | ⑦ 恐れ | ⑧ 学習 |

問2 下線部(A)に関する実験の記述として誤っているものを、次の①～④から1つ選び、解答欄ウにマークしなさい。

- ① 水管に接触刺激を与えると、えらを縮めて体内に引っ込める。
- ② 短い間、水管の接触刺激を繰り返すと、えらを引っ込めなくなる。
- ③ 短い間、水管の接触刺激を繰り返したあと、そのまま放置すると接触刺激でえらを引っ込める。
- ④ 水管の接触刺激を長い間繰り返しても、一週間放置すると接触刺激でえらを必ず引っ込める。

(生物)

問3 下線部 (B) に関して、水管の接触刺激を繰り返したあとの現象のなかで誤っているものを、次の①～④から1つ選び、解答欄 にマークしなさい。

- ① 水管感覚ニューロンのカルシウムチャネルが不活性化する。
- ② 水管感覚ニューロンのシナプス小胞の量が減少する。
- ③ 水管感覚ニューロンから放出される神経伝達物質が減少する。
- ④ えら運動ニューロンの興奮性シナプス後電位が大きくなる。

問4 下線部 (C) に関する記述として最も適切なものを、次の①～④から1つ選び、解答欄 にマークしなさい。

- ① 尾部感覚ニューロンの神経終末は促進性の介在ニューロンと直接シナプスを形成している。
- ② 水管感覚ニューロンの神経終末は尾部感覚ニューロンと直接シナプスを形成している。
- ③ えら運動ニューロンの神経終末は尾部感覚ニューロンと直接シナプスを形成している。
- ④ 促進性の介在ニューロンの神経終末はえらと直接シナプスを形成している。

問5 下線部 (D) に関する記述として適切なものを、次の①～⑤からすべてを選び、解答欄 にマークしなさい。

- ① 分岐した水管感覚ニューロンの軸索末端にはカルシウムチャネルが存在する。
- ② 分岐した水管感覚ニューロンの軸索末端にはカリウムチャネルが存在する。
- ③ 分岐した水管感覚ニューロンの軸索末端にはシナプス小胞が存在する。
- ④ 分岐した水管感覚ニューロンの軸索末端のシナプス小胞には神経伝達物質が蓄積される。
- ⑤ 水管感覚ニューロンの軸索末端の分岐により、えら引っ込み反射が生じやすくなる。

(生物)

5 生態系に関する以下の文章〔I〕と〔II〕を読み、問1～8に答えなさい(解答欄ア～ツ)。

〔I〕ある場所に生育する植物の集まりを植生という。火山の噴火でできた溶岩台地など、土壌が形成されていない場所では、時間の経過とともに植生が変化する。この変化を(ア)という。例えば、最初に乾燥に強い^(A)地衣類やコケ植物が保水力の乏しい岩の表面やくぼみに生える。このように変化の初期に現れる種を(イ)という。その枯死体、あるいは岩がくだけることで生じた砂により薄い土壌が形成されると、草原、低木林、^(B)陽樹林、陽樹と陰樹の混合林、陰樹林の順に植生が変化し、最終的には陰樹林として安定する。この安定した植生の状態を(ウ)という。一方、山林火災や森林伐採などで裸地となった場所では、植物の生育の基盤である土壌、そして植物の種子や地下茎が残っており、植生の変化は(ア)よりも(エ)進む。これを(オ)という。

地球上のそれぞれの地域では、^(C)その地域の気候に対応してバイオームが成立する。日本においては北から南に向かって、^(D)亜寒帯、冷温帯、暖温帯、そして亜熱帯の各地域で独自のバイオームが成立している。この緯度に依存したバイオームの分布を(カ)分布という。これとは別に、地域の標高に依存したバイオームの分布を(キ)分布という。標高が(ク)に達すると、そこから上の標高では高木の森林が見られなくなる。

問1 本文中の(ア)～(オ)にあてはまる最も適切な語を、次の①～⑨から1つずつ選び、解答欄ア～オにマークしなさい。

- ① 極相種 ② 二次遷移 ③ 極相 ④ 初期 ⑤ 一次遷移
⑥ 先駆相 ⑦ 遅く ⑧ 速く ⑨ 先駆種

問2 本文中の(カ)～(ク)にあてはまる最も適切な語を、次の①～⑦から1つずつ選び、解答欄カ～クにマークしなさい。

- ① 緯度 ② 水平 ③ 垂直 ④ 平面 ⑤ 森林限界
⑥ 立体 ⑦ 経度

(生物)

問3 下線部(A)の地衣類の説明として最も適切なものを、次の①～⑥から1つ選び、解答欄 ケ にマークしなさい。

- ① 菌類に光合成を行う緑藻や紅藻が共生したもの。
- ② 細菌に光合成を行うシアノバクテリアや緑藻が共生したもの。
- ③ 菌類に光合成を行う緑色硫黄細菌や紅色硫黄細菌が共生したもの。
- ④ 細菌に光合成を行う緑色硫黄細菌や紅色硫黄細菌が共生したもの。
- ⑤ 菌類に光合成を行うシアノバクテリアや緑藻が共生したもの。
- ⑥ 細菌に光合成を行う緑藻や紅藻が共生したもの。

問4 下線部(B)の陽樹林から陰樹林への変化に関して、その理由の説明として最も適切なものを、次の①～④から1つ選び、解答欄 コ にマークしなさい。

- ① 陽樹林が成立すると林床は暗くなり、光飽和点の高い陽樹の芽ばえは生育できない。そこに陰樹の種子が飛来してくると、その芽ばえは光飽和点が高いので成長し、やがて陽樹と交代する。
- ② 陽樹林が成立すると林床は暗くなり、光補償点の低い陽樹の芽ばえは生育できない。そこに陰樹の種子が飛来してくると、その芽ばえは光補償点が高いので成長し、やがて陽樹と交代する。
- ③ 陽樹林が成立すると林床は暗くなり、光飽和点の高い陽樹の芽ばえは生育できない。そこに陰樹の種子が飛来してくると、その芽ばえは光補償点が高いので成長し、やがて陽樹と交代する。
- ④ 陽樹林が成立すると林床は暗くなり、光補償点の低い陽樹の芽ばえは生育できない。そこに陰樹の種子が飛来してくると、その芽ばえは光補償点が高いので成長し、やがて陽樹と交代する。

問5 下線部(C)について、それぞれの地域に成立するバイオームの種類を決定する環境要因の組合せとして最も適切なものを、次の①～⑨から1つ選び、解答欄 サ にマークしなさい。

- ① 日射量と気温 ② 降水量と気温 ③ 気圧と気温
- ④ 日射量と土壌含水量 ⑤ 降水量と土壌含水量 ⑥ 気圧と土壌含水量
- ⑦ 日射量と風速 ⑧ 降水量と風速 ⑨ 気圧と風速

(生物)

問6 下線部(D)について、冷温帯と暖温帯の各地域で発達しているバイオームの組合せとして最も適切なものを、次の①～⑨から1つ選び、解答欄 にマークしなさい。

冷温帯：	① 針葉樹林	② 照葉樹林	③ 硬葉樹林	④ 硬葉樹林	⑤ 夏緑樹林
暖温帯：	夏緑樹林	夏緑樹林	照葉樹林	夏緑樹林	雨緑樹林
冷温帯：	⑥ 照葉樹林	⑦ 硬葉樹林	⑧ 夏緑樹林	⑨ 針葉樹林	
暖温帯：	雨緑樹林	雨緑樹林	照葉樹林	照葉樹林	

[II] 生態系では、生産者から消費者へと食物連鎖を通して物質が移動し、それはエネルギーに換算して表すことができる。表1は、ある湖での測定結果から算出した栄養段階別での生物群集のエネルギー収支を示している。

表1 ある湖におけるエネルギー収支 (単位 J/(cm²・年))

	(E) 生産者	一次消費者	(F) 二次消費者
呼吸量	100	20	8
成長量	296	26	6
被食量	62	14	0
枯死・死滅量	12	2	0

問7 表1の下線部(E)の生産者の純生産量 (J/(cm²・年)) を求め、各解答欄にマークしなさい。

問8 表1の下線部(F)の二次消費者について、エネルギー効率を小数第2位の四捨五入により . % として求め、各解答欄にマークしなさい。ただし、整数部分が一桁の場合、十の位の は0をマークしなさい。

また、消費者のエネルギー効率とは、その消費者の同化量が一段階下位の栄養段階の同化量のうち、どのくらいの割合を占めるかを示したものである。

(化学)

化学

必要があれば次の数値を用いなさい。

原子量：H 1.0, C 12.0, N 14.0, O 16.0, Fe 55.9, Sn 119, Pb 207, Pt 195

1 以下の問1～問5に答えなさい。

問1 以下の①～⑤の記述のうち、誤っているものを二つ選びなさい。(解答欄1-ア)

- ① 炭素の同素体には、電気を通すものがある。
- ② 原子核に中性子が無い原子がある。
- ③ ケイ素の単体は導体と絶縁体の中間の電気伝導性を示すので、ケイ素は両性元素である。
- ④ 二酸化炭素の固体は、共有結合によって分子が規則正しく配列している共有結合の結晶である。
- ⑤ 同じ元素の同位体は、化学的性質がほぼ同じである。

問2 次のa～eの分子中に極性分子はいくつあるか。次の①～⑥から一つ選びなさい。(解答欄1-イ)

a 塩化水素 b 二酸化炭素 c メタン d 硫化水素 e アンモニア

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 0

問3 次の元素の周期表の元素ア～ケに関する記述a～cの正誤について、最も適する組み合わせを下表の①～⑧から一つ選びなさい。(解答欄1-ウ)

族 \ 周期	1	2	3～12	13	14	15	16	17	18
1									
2	ア							イ	ウ
3	エ	オ				カ		キ	ク
4		ケ							

- a ア、イ、ウ、エ、キ、クで第1イオン化エネルギーが最も大きい原子はキである。
- b オとケはアルカリ金属で、それらのイオンを含む化合物はいずれも特有の炎色反応を示す。
- c カを空気中で燃焼させて得られる酸化物は酸性酸化物である。

(化学)

	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

問4 一般式を $C_nH_{2n}O_2$ で表すことができる有機化合物 1 mol を完全燃焼させるには、酸素は何 mol 必要か。最も適するものを次の①～⑧から一つ選びなさい。
(解答欄 1 - エ)

- ① $\frac{3n-2}{2}$ ② $\frac{3n}{2}$ ③ $3n-1$ ④ $2n$
⑤ $3n-2$ ⑥ $3n$ ⑦ $4n-2$ ⑧ $\frac{3n-1}{2}$

問5 次のコロイド溶液に関する①～⑤の記述のうち、正しいものを二つ選びなさい。
(解答欄 1 - オ)

- ① コロイド溶液に横から強い光束をあてると、光の進路が明るく見える。これをブラウン運動という。
② 直流電圧をかけたとき、帯電したコロイド粒子が電極に向かって動く。これを電気泳動という。
③ 水酸化鉄(Ⅲ)コロイド粒子に少量の硫酸ナトリウム水溶液を加えると、塩析が起こり沈殿してくる。
④ 正の電荷を帯びた水酸化鉄(Ⅲ)コロイド粒子は、塩化ナトリウム水溶液よりも、同じモル濃度の硫酸ナトリウム水溶液を加えた方が沈殿しやすい。
⑤ 半透膜を用いてコロイド粒子を他の分子やイオンと分離する方法を凝析という。

(化 学)

2 以下の問1～問4に答えなさい。

問1 「1 mol の気体が液体になるときに放出する熱量」と定義される熱の名称を何と
いうか。最も適するものを次の①～⑧から一つ選びなさい。(解答欄2-ア)

- ① 融解熱 ② 蒸発熱 ③ 凝固熱 ④ 凝縮熱
⑤ 昇華熱 ⑥ 中和熱 ⑦ 生成熱 ⑧ 溶解熱

問2 次の熱化学方程式のうち、生成熱を表すものはどれか。適するものを次の①～
⑥から二つ選びなさい。(解答欄2-イ)

- ① $C(\text{黒鉛}) + 2H_2(\text{気}) = CH_4(\text{気}) + 74.9 \text{ kJ}$
② $CO(\text{気}) + \frac{1}{2}O_2(\text{気}) = CO_2(\text{気}) + 283 \text{ kJ}$
③ $H_2SO_4(\text{液}) + aq = H_2SO_4 aq + 95.3 \text{ kJ}$
④ $CH_4(\text{気}) + 2O_2(\text{気}) = CO_2(\text{気}) + 2H_2O(\text{液}) + 891 \text{ kJ}$
⑤ $Na(\text{固}) + \frac{1}{2}Cl_2(\text{気}) = NaCl(\text{固}) + 411 \text{ kJ}$
⑥ $HCl aq + NaOH aq = NaCl aq + H_2O(\text{液}) + 56.5 \text{ kJ}$

問3 次の熱化学方程式(a)～(c)を用いてエタン(C_2H_6)の生成熱を求め、最も近い
値を次の①～⑦から一つ選びなさい。(解答欄2-ウ)

- (a) $C(\text{黒鉛}) + O_2(\text{気}) = CO_2(\text{気}) + 394 \text{ kJ}$
(b) $H_2(\text{気}) + \frac{1}{2}O_2(\text{気}) = H_2O(\text{液}) + 286 \text{ kJ}$
(c) $C_2H_6(\text{気}) + \frac{7}{2}O_2(\text{気}) = 2CO_2(\text{気}) + 3H_2O(\text{液}) + 1561 \text{ kJ}$

- ① 85 kJ/mol ② 190 kJ/mol ③ 193 kJ/mol ④ 850 kJ/mol
⑤ 881 kJ/mol ⑥ 1900 kJ/mol ⑦ 2241 kJ/mol

(化 学)

問4 標準状態において、メタン(CH_4)とプロパン(C_3H_8)の混合気体22.4 Lを完全燃焼させたところ、酸素が3.8 mol消費され、1687 kJの熱が発生した。メタンの燃焼熱が889 kJ/molであった場合、プロパンの燃焼熱として最も近い値を次の①～⑦から一つ選びなさい。ただし、気体はすべて理想気体としてふるまい、生成する水は液体とする。(解答欄2-エ)

- ① 356 kJ/mol ② 1012 kJ/mol ③ 1331 kJ/mol
④ 1821 kJ/mol ⑤ 2219 kJ/mol ⑥ 2620 kJ/mol
⑦ 3328 kJ/mol

(化学)

3 電気分解に関連した以下の問1～問5に答えなさい。なお、ファラデー定数 $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ とする。

問1 希薄な塩化スズ(II)水溶液に白金電極を浸し、直流電流を流す。このときに陽極と陰極でそれぞれ起こる反応について、電子 e^- を含むイオン反応式を解答欄Aに書きなさい。イオン反応式には陽極と陰極がわかるよう明記すること。ただし、希薄な塩化スズ(II)水溶液においては、スズは電極に析出しないものとする。

問2 ブリキは鉄の表面にスズをメッキしたもので、缶詰など常に水分と接触する部材に主に用いられている。ブリキの製法の一つに電気メッキ法がある。この方法では問1の条件とは違い、高濃度の塩化スズ(II)水溶液に白金電極と鉄電極を浸し、直流電流を流すことで鉄電極の表面にスズを析出させることができる。いま、十分量の高濃度の塩化スズ(II)水溶液に4.00 Aの一定電流を233秒間通電したときに析出するスズの質量は0. gとなる。～に入る数字をマークしなさい。ただし、割り切れない場合は小数第4位を四捨五入して解答しなさい。また、陰極からの気体の発生はないものとする。(解答欄3-ア～ウ)

問3 ブリキの表面に傷がつき、鉄が露出し水にさらされ続けた際におこる変化として最も適するものを次の①～⑤から一つ選びなさい。(解答欄3-エ)

- ① 特に変化は起こらない。
- ② スズが腐食し、鉄の露出部分が増える。
- ③ スズと鉄の腐食が同じように進み、傷の幅が広がる。
- ④ スズが溶け出し、露出した鉄の表面をおおう。
- ⑤ 露出した鉄の腐食が進む。

問4 数種の金属イオンを含む水溶液に2本の白金電極を入れ電気分解を行うと、通常、イオン化傾向の最も(a)金属が最初に(b)に析出する。例えば Ag^+ と Cu^{2+} を含む溶液を電気分解する場合、最初に(c)が析出する。(a)～(c)に入るものとして最も適する組み合わせを下表の①～⑧から一つ選びなさい。(解答欄3-オ)

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
(a)	小さい	小さい	小さい	小さい	大きい	大きい	大きい	大きい
(b)	陽極	陽極	陰極	陰極	陽極	陽極	陰極	陰極
(c)	Ag	Cu	Ag	Cu	Ag	Cu	Ag	Cu

(化学)

問5 鉛、スズ、水素のイオン化傾向の差は小さいので、ある条件下では Pb^{2+} 、 Sn^{2+} 、 H^+ 、 H_2O の還元を同時に起こすことができる。このとき、ある平均組成をもった鉛・スズ合金が析出する。電気量2,000 Cを流したとき、2.00 gの鉛・スズ合金が析出した。以下の間に答えなさい。ただし、陰極での気体の発生はなかったものとする。

1) 鉛の析出に Q_1 [C]、スズの析出に Q_2 [C] が用いられたとすると、析出した鉛・スズ合金の質量を表す式として最も適するものを次の①～⑦から一つ選びなさい。(解答欄3-カ)

① $207Q_1 + 119Q_2 = 2.00$

② $\frac{207FQ_1}{2} + \frac{119FQ_2}{2} = 2.00$

③ $207FQ_1 + 119FQ_2 = 2.00$

④ $2 \times 207FQ_1 + 2 \times 119FQ_2 = 2.00$

⑤ $\frac{207Q_1}{2F} + \frac{119Q_2}{2F} = 2.00$

⑥ $\frac{207Q_1}{F} + \frac{119Q_2}{F} = 2.00$

⑦ $\frac{2 \times 207Q_1}{F} + \frac{2 \times 119Q_2}{F} = 2.00$

2) $Q_1 = 2,000 - Q_2$ を1) の式に代入して計算すると $Q_2 = \boxed{\text{キ}}\boxed{\text{ク}}\boxed{\text{ケ}}$ となる。 $\boxed{\text{キ}} \sim \boxed{\text{ケ}}$ に入る数字をマークしなさい。ただし、割り切れない場合は小数第1位を四捨五入して解答しなさい。(解答欄3-キ～ケ)

3) この鉛・スズ合金中のスズの質量百分率は $\boxed{\text{コ}}\boxed{\text{サ}}.\boxed{\text{シ}}$ % である。 $\boxed{\text{コ}} \sim \boxed{\text{シ}}$ に入る数字をマークしなさい。ただし、割り切れない場合は小数第2位を四捨五入して解答しなさい。また、スズの質量百分率が10.0%未満の場合は、 $\boxed{\text{コ}}$ には0をマークし、 $\boxed{\text{サ}}$ と $\boxed{\text{シ}}$ に入る数字をマークしなさい。(解答欄3-コ～シ)

(化学)

4 次のⅠ～Ⅵの記述を読み、以下の問1～問5に答えなさい。

- Ⅰ 有機化合物Cの分子式は $C_{14}H_{18}O_4$ であり、ベンゼン環を有する。
- Ⅱ 1 molの化合物Cを加水分解したところ、化合物DとE、および不斉炭素原子を持つFが、それぞれ1 molずつ得られた。
- Ⅲ 化合物Dの分子式は $C_8H_6O_4$ であり、加熱すると分子内で脱水反応が進行し、酸無水物Gが得られた。
- Ⅳ 化合物EおよびFは、ナトリウムと反応して水素が発生した。
- Ⅴ 化合物Eと濃硫酸の混合物を $170^{\circ}C$ で加熱するとエチレンが生じた。
- Ⅵ 化合物Fにヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を反応させたところ、黄色沈殿が生じた。

問1 化合物Dの名称として最も適するものを次の①～⑧から一つ選びなさい。

(解答欄4-ア)

- ① *o*-キシレン ② *p*-キシレン ③ 1-ナフトール
- ④ フマル酸 ⑤ 安息香酸 ⑥ クレゾール
- ⑦ テレフタル酸 ⑧ フタル酸

問2 332 mgの化合物Dを加熱した際に生成する水の質量は最大で何mgか。最も近い値を、次の①～⑧から一つ選びなさい。(解答欄4-イ)

- ① 9 mg ② 18 mg ③ 36 mg ④ 72 mg
- ⑤ 90 mg ⑥ 180 mg ⑦ 360 mg ⑧ 720 mg

問3 記述Ⅴのような反応を何というか。最も適するものを次の①～⑧から一つ選びなさい。(解答欄4-ウ)

- ① 酸化反応 ② けん化 ③ エステル化 ④ 縮合反応
- ⑤ 置換反応 ⑥ 付加反応 ⑦ 付加重合 ⑧ 脱水反応

問4 記述Ⅵのように、ヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を反応させると黄色沈殿を生じる化合物として適するものを、次の①～⑥から二つ選びなさい。(解答欄4-エ)

- ① メタノール ② エタノール ③ エタン
- ④ ベンゼン ⑤ ジメチルエーテル ⑥ アセトン

問5 化合物C, D, E, F, Gの構造式をそれぞれ解答欄C, D, E, F, Gに書きなさい。

(化学)

5 以下の問1～問4に答えなさい。

問1 核酸に関する記述として誤っているものを、次の①～⑤から二つ選びなさい。
(解答欄5-ア)

- ① リン酸, 糖, 核酸塩基が結合したヌクレオチドが核酸の構成単位である。
- ② DNAを構成する糖はデオキシリボースである。
- ③ DNAを構成する核酸塩基はアデニン, グアニン, シトシン, ウラシルである。
- ④ DNAを構成する核酸塩基のうち, グアニンとシトシンは水素結合により塩基対をつくる。
- ⑤ DNAの二つの鎖は平行に並び, β -シート構造をとっている。

問2 アミノ酸とペプチドに関する記述として誤っているものを、次の①～⑤から二つ選びなさい。(解答欄5-イ)

- ① pH 8の緩衝液中では, グルタミン酸は主に陽イオンとして存在する。
- ② アラニンにニンヒドリン水溶液を加えて温めると, 紫色を呈する。
- ③ グリシンにメタノールを反応させてエステル化した化合物の水溶液は酸性を示す。
- ④ チロシンを含むポリペプチドの水溶液に濃硝酸を加え加熱し, 冷却後にアンモニア水を加え塩基性になると, 橙黄色を呈する。
- ⑤ トリペプチドの水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加え塩基性にした後, 少量の硫酸銅(II)水溶液を加えると, 赤紫色を呈する。

問3 0.50 mol/Lのグルコース水溶液0.50Lに酵母を混ぜてアルコール発酵を行うと, 1.0×10^5 Pa, 300Kにおいて2.49Lの CO_2 が発生した。この際, 未反応のグルコースは何molか。最も近い値を次の①～⑨から一つ選びなさい。ただし, 反応したグルコースはすべてエタノールと CO_2 に変換されたものとする。また, 気体はすべて理想気体としてふるまい, 水に溶けないものとし, 気体定数 $R = 8.3 \times 10^3$ Pa \cdot L/(K \cdot mol)とする。(解答欄5-ウ)

- ① 5.0×10^{-1} ② 2.0×10^{-1} ③ 1.5×10^{-1}
- ④ 1.0×10^{-1} ⑤ 5.0×10^{-2} ⑥ 2.0×10^{-2}
- ⑦ 1.5×10^{-2} ⑧ 1.0×10^{-2} ⑨ 5.0×10^{-3}

(化 学)

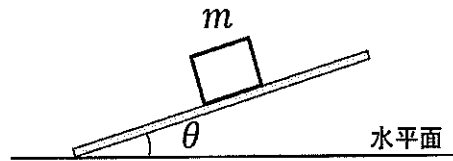
問4 アミノ酸は水溶液の pH により陽イオン, 双性イオン, 陰イオンの割合が変化する。陽イオンを吸着する性質をもつ陽イオン交換樹脂を詰めたカラムに pH 2.0 にしたアミノ酸水溶液を流すと, 陽イオンの状態のアミノ酸が樹脂に結合する。樹脂に結合したアミノ酸は pH の変化により等電点に達すると陽イオン交換樹脂に対する吸着力を失い流出する。

陽イオン交換樹脂を詰めたカラムに pH 2.5 の緩衝液を通した後, グリシン, リシン, グルタミン酸の3種類のアミノ酸を混合した pH 2.5 の水溶液をカラムに通した。続いて pH 4.0 の緩衝液をカラムに通し, 流出液 a を回収した。次に pH 7.0 の緩衝液をカラムに通し, 流出液 b を回収した。最後に pH 11.0 の緩衝液をカラムに通し, 流出液 c を回収した。なお, グリシンの等電点は 6.0, リシンの等電点は 9.7, グルタミン酸の等電点は 3.2 とする。流出液 a, 流出液 b, 流出液 c に多く含まれると考えられるアミノ酸の組み合わせとして最も適するものを, 下表の①~⑥から一つ選びなさい。(解答欄 5 - エ)

	a	b	c
①	グルタミン酸	グリシン	リシン
②	グルタミン酸	リシン	グリシン
③	リシン	グリシン	グルタミン酸
④	リシン	グルタミン酸	グリシン
⑤	グリシン	リシン	グルタミン酸
⑥	グリシン	グルタミン酸	リシン

物 理

1 質量 m の物体が、表面の粗い板の上に 図 1-1
置かれている。物体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。物
体が転がることはないとする。



【I】板を水平の状態から、徐々に傾けて
いく。図 1-1 のように、板のつくる斜面と水平面のなす角度を θ とする。水平
な状態から θ を増加させたとき、 θ がある角度 θ_0 より大きくなると、物体はすべり
だした。次の問 1 と問 2 に答えなさい。

問 1 物体がすべりだす直前($\theta = \theta_0$) の力のつりあいを考える。物体が斜面から
受ける、斜面に垂直な方向の抗力を N とする。物体にはたらく力のつりあいに関
して、斜面に平行な方向と垂直な方向に分けて考えると、次の 2 つの式が得られ
る。

斜面に平行な方向
斜面に垂直な方向

空欄 と にあてはまる式として最も適切なものを次の選択肢か
らそれぞれ 1 つ選び、解答欄の該当する番号をマークしなさい。

- ① $N - mg = 0$ ① $\mu N - mg = 0$ ② $N - \mu mg = 0$
 ③ $N - mg \sin\theta_0 = 0$ ④ $\mu N - mg \sin\theta_0 = 0$ ⑤ $N - \mu mg \sin\theta_0 = 0$
 ⑥ $N - mg \cos\theta_0 = 0$ ⑦ $\mu N - mg \cos\theta_0 = 0$ ⑧ $N - \mu mg \cos\theta_0 = 0$
 ⑨ 該当なし

問 2 前問の 2 つの式より、 μ と θ_0 の間には、次の関係があることがわかる。

$\mu =$

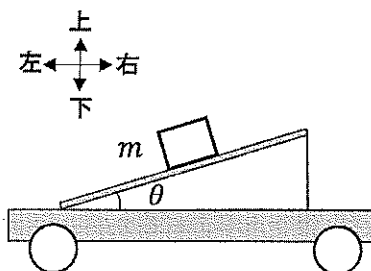
空欄 にあてはまる式として最も適切なものを次の選択肢から 1 つ選び、
解答欄の該当する番号をマークしなさい。

- ① $\sin\theta_0$ ① $\frac{1}{\sin\theta_0}$ ② $\cos\theta_0$ ③ $\frac{1}{\cos\theta_0}$ ④ $\tan\theta_0$ ⑤ $\frac{1}{\tan\theta_0}$
 ⑥ $\sin\theta_0 \cos\theta_0$ ⑦ $\frac{1}{\sin\theta_0 \cos\theta_0}$ ⑧ 0 ⑨ 該当なし

(物 理)

【Ⅱ】 図1-2のように、水平な台車の上に、
【Ⅰ】で用いた斜面を角度 θ (ただし $\theta > \theta_0$) で
固定する。台車を水平方向 (図1-2の左または右の矢印の方向) に等加速度運動をさせて、
物体が斜面上で静止するように保った。次の問
3～問6に答えなさい。

図1-2



問3 このとき、物体にはたらく慣性力はどちらの向きか。最も適切なものを次の選択肢から選び、解答欄(エ)の該当する番号をマークしなさい。

- ① 上向き ② 下向き ③ 左向き ④ 右向き ⑤ 該当なし

問4 前問における台車の加速度の大きさを a とする。また、物体が斜面から受ける、斜面に垂直な抗力を N' とする。このとき、最小の a (a_0 とする)で物体を斜面に対して静止させたい。物体がすべり落ちる直前のつりあった状態で、物体にはたらく力を全て図示しなさい。図1-1を解答用紙裏面の解答欄Cに写してから書き入れること。力を表す矢印に「重力」「垂直抗力」「摩擦力」「慣性力」など必要に応じて書き加えなさい。作用点や矢印の長さについては概略でよい。

問5 前問における加速度 a_0 は、

$$a_0 = \boxed{\text{オ}} g$$

である。空欄 $\boxed{\text{オ}}$ にあてはまる式として最も適切なものを次の選択肢から1つ選び、解答欄の該当する番号をマークしなさい。

- ① $\frac{\tan\theta}{1+\mu}$ ② $\frac{\tan\theta}{1-\mu}$ ③ $\frac{1+\tan\theta}{\mu}$ ④ $\frac{\tan\theta-\mu}{\tan\theta+\mu}$ ⑤ $\frac{\mu\tan\theta-1}{\tan\theta+\mu}$
⑥ $\frac{\tan\theta-\mu}{\mu\tan\theta+1}$ ⑦ $\frac{\mu\tan\theta-1}{\mu\tan\theta+1}$ ⑧ $\frac{\tan\theta+\mu}{\tan\theta-\mu}$ ⑨ $\frac{\mu\tan\theta+1}{\tan\theta-\mu}$ ⑩ 該当なし

問6 $\theta = 45^\circ$, $\theta_0 = 30^\circ$ のとき、前問の $\boxed{\text{オ}}$ の値を計算し、小数第3位を四捨五入すると、

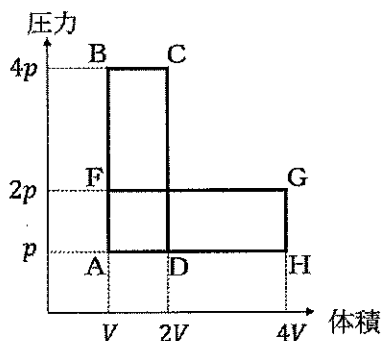
$\boxed{\text{カ}}$. $\boxed{\text{キ}}$ $\boxed{\text{ク}}$

になる。 $\boxed{\text{カ}}$, $\boxed{\text{キ}}$, $\boxed{\text{ク}}$ に入る数字として最も適切なものを選び、それぞれの解答欄の該当する数字をマークしなさい。必要があれば、 $\sqrt{2} = 1.414$, $\sqrt{3} = 1.732$ を用いてもよい。

(物 理)

2 n モルの単原子分子からなる理想気体に対して、図2-1のA→B→C→D→A (サイクル1) のようにゆっくりと状態を変化させた場合と、A→F→G→H→A (サイクル2) のようにゆっくりと状態を変化させた場合を考える。気体定数を R とする。

図2-1



【I】サイクル1における状態の変化を考える。次の問1～問7に答えなさい。

問1 状態Aにおける温度 T_A は、

$$T_A = \boxed{\text{ア}}$$

となる。空欄 $\boxed{\text{ア}}$ にあてはまる式として最も適切なものを次の選択肢から1つ選び、解答欄の該当する番号をマークしなさい。

- ① p ② V ③ pV ④ $\frac{pV}{n}$ ⑤ $\frac{n}{pV}$
 ⑥ npV ⑦ $\frac{1}{npV}$ ⑧ $\frac{pV}{nR}$ ⑨ $\frac{nR}{pV}$ ⑩ 該当なし

また、 T_A を用いて、状態B、Cにおける温度 T_B 、 T_C を表すと、

$$T_B = \boxed{\text{イ}} T_A, \quad T_C = \boxed{\text{ウ}} T_A$$

となる。空欄 $\boxed{\text{イ}}$ と $\boxed{\text{ウ}}$ にあてはまる係数として最も適切なものを次の選択肢からそれぞれ1つ選び、解答欄の該当する番号をマークしなさい。

- ① $\frac{1}{4}$ ② $\frac{1}{2}$ ③ 1 ④ 2 ⑤ $\frac{5}{2}$
 ⑥ 3 ⑦ 4 ⑧ 8 ⑨ 16 ⑩ 該当なし

問2 状態A、Cにおける内部エネルギー U_A 、 U_C は、

$$U_A = \boxed{\text{エ}} pV, \quad U_C = \boxed{\text{オ}} pV$$

となる。空欄 $\boxed{\text{エ}}$ と $\boxed{\text{オ}}$ にあてはまる係数として最も適切なものを次の選択肢からそれぞれ1つ選び、解答欄の該当する番号をマークしなさい。

- ① 0 ② $\frac{3}{2}$ ③ $\frac{5}{2}$ ④ 4 ⑤ 6
 ⑥ 8 ⑦ 10 ⑧ 12 ⑨ 20 ⑩ 該当なし

(物 理)

問3 一般に、ある系の内部エネルギーの変化量 ΔU は、外部から系になされた仕事 W と、外部から吸収した熱 Q (熱を外部に出した場合は、 $Q < 0$ とする)を用いて、どのように書けるか。解答用紙裏面の解答欄Eに式を書きなさい。

問4 サイクル1のB \rightarrow Cの過程で、気体が外部にした仕事 $W'_{B\rightarrow C}$ は、

$$W'_{B\rightarrow C} = \boxed{\text{カ}} pV$$

となる。空欄 $\boxed{\text{カ}}$ にあてはまる係数として最も適切なものを1つ選び、解答欄の該当する番号をマークしなさい。

- ① 1 ① $\frac{1}{2}$ ② $\frac{3}{2}$ ③ 2 ④ 3
⑤ 4 ⑥ 6 ⑦ 8 ⑧ 12 ⑨ 該当なし

問5 サイクル1を一周する間に、気体が外部にした正味の仕事 W'_1 は、

$$W'_1 = \boxed{\text{キ}} pV$$

となる。空欄 $\boxed{\text{キ}}$ にあてはまる係数として最も適切なものを次の選択肢から1つ選び、解答欄の該当する番号をマークしなさい。

- ① 1 ① $\frac{1}{2}$ ② $\frac{3}{2}$ ③ 2 ④ 3
⑤ 4 ⑥ 6 ⑦ 8 ⑧ 12 ⑨ 該当なし

問6 サイクル1のA \rightarrow B \rightarrow Cの過程で、気体が吸収した熱量 Q_1 は

$$Q_1 = \boxed{\text{ク}} pV$$

となる。空欄 $\boxed{\text{ク}}$ にあてはまる係数として最も適切なものを次の選択肢から1つ選び、解答欄の該当する番号をマークしなさい。

- ① $\frac{3}{2}$ ① $\frac{5}{2}$ ② 3 ③ $\frac{9}{2}$ ④ 9
⑤ 10 ⑥ $\frac{27}{2}$ ⑦ $\frac{29}{2}$ ⑧ $\frac{31}{2}$ ⑨ 該当なし

問7 サイクル1を熱機関とみなしたときの熱効率 e_1 として最も適切なものを次の選択肢から1つ選び、解答欄(ケ)の該当する番号をマークしなさい。

- ① $\frac{6}{25}$ ① $\frac{8}{25}$ ② $\frac{2}{9}$ ③ $\frac{8}{27}$ ④ $\frac{6}{29}$
⑤ $\frac{8}{29}$ ⑥ $\frac{6}{31}$ ⑦ $\frac{8}{31}$ ⑧ 1 ⑨ 該当なし

(物 理)

【Ⅱ】 サイクル1とサイクル2を比較する。次の問8～問12に答えなさい。

問8 C点における内部エネルギー U_C とG点における内部エネルギー U_G を比較したときの関係として、最も適切なものを次の選択肢から1つ選び、解答欄(コ)の該当する番号をマークしなさい。

- ① $U_C < U_G$ ② $U_C > U_G$ ③ $U_C = U_G$ ④ 該当なし

問9 サイクル2において、気体が外部にした正味の仕事を W'_2 とする。問5で求めた、サイクル1において気体が外部にした正味の仕事 W'_1 と比較したときの関係として、最も適切なものを次の選択肢から1つ選び、解答欄(サ)の該当する番号をマークしなさい。

- ① $W'_1 < W'_2$ ② $W'_1 > W'_2$ ③ $W'_1 = W'_2$ ④ 該当なし

問10 サイクル2のA→F→Gの過程で気体が吸収した熱量を Q_2 とする。 Q_2 と、問6で求めたサイクル1のA→B→Cの過程で気体が吸収した熱量 Q_1 を比較したときの関係として、最も適切なものを次の選択肢から1つ選び、解答欄(シ)の該当する番号をマークしなさい。

- ① $Q_1 < Q_2$ ② $Q_1 > Q_2$ ③ $Q_1 = Q_2$ ④ 該当なし

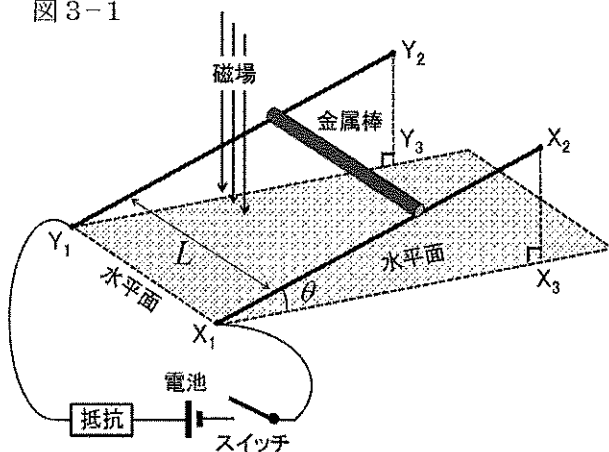
問11 サイクル2を熱機関とみなしたときの熱効率を e_2 とする。サイクル1とサイクル2の熱効率を比較したときの関係として、最も適切なものを次の選択肢から1つ選び、解答欄(ス)の該当する番号をマークしなさい。

- ① $e_1 < e_2$ ② $e_1 > e_2$ ③ $e_1 = e_2$ ④ 該当なし

問12 熱効率に関して、問11の結果になったのはなぜか。その理由を解答用紙裏面の解答欄Fに書きなさい(足りない場合は、解答欄Gも使ってよい)。解答にあたっては、「内部エネルギー」「仕事」「熱」「熱効率」の言葉をすべて使いなさい。

3 図 3-1 のように、鉛直下向きで磁束密度の大きさが B である一様な磁場中に、十分に長い 2 本の導線 X_1X_2 , Y_1Y_2 を、水平面と角度 θ をなすように間隔 L で平行に張る。また点 X_2 と点 Y_2 から鉛直下向きに下ろした半直線と水平面との交点を、それぞれ点 X_3 , 点 Y_3 とする。次に質量 m の金属棒を導線 X_1X_2 , Y_1Y_2 のそれぞれに対して垂直に渡し、固定した。この固定を外せば、金属棒は導線 X_1X_2 , Y_1Y_2 と直角を保ちながら、これらの導線の上を摩擦なくすべるものとする。さらに導線の下端である X_1 と Y_1 に、 Y_1 側が正極となるように抵抗値 R の抵抗と起電力 E の電池を直列に接続し、 X_1 側と電池の間にはスイッチを挿入する。ただし、金属棒および導線の電気抵抗、電池の内部抵抗は無視でき、回路を流れる電流がつくる磁場の磁束密度は B に比べて無視できるほど小さいとする。また、導線は曲がることなく、金属棒は導線上を転がらないものとする。空気抵抗は無視し、重力加速度の大きさを g とする。

図 3-1



【I】金属棒を固定した状態でスイッチを入れた。次の問 1～問 3 に答えなさい。

問 1 金属棒が受ける重力の向き (ア) と金属棒が磁場から受ける力の向き (イ) として、最も適切なものを次の選択肢からそれぞれ 1 つ選び、解答欄の該当する番号をマークしなさい。

- ① $\overrightarrow{X_2X_3}$ の向き ② $\overrightarrow{X_3X_2}$ の向き ③ $\overrightarrow{X_1X_2}$ の向き ④ $\overrightarrow{X_2X_1}$ の向き
 ⑤ $\overrightarrow{X_1X_3}$ の向き ⑥ $\overrightarrow{X_3X_1}$ の向き ⑦ $\overrightarrow{X_1Y_1}$ の向き ⑧ $\overrightarrow{Y_1X_1}$ の向き
 ⑨ 該当なし

問 2 金属棒が受ける重力の大きさ (ウ) と金属棒が磁場から受ける力の大きさ (エ) として最も適切なものを次の選択肢からそれぞれ 1 つ選び、解答欄の該当する番号をマークしなさい。

- ① mg ② $mg \cos \theta$ ③ $mg \sin \theta$ ④ $\frac{RBL}{E}$ ⑤ $\frac{RBL}{E} \cos \theta$
 ⑥ $\frac{RBL}{E} \sin \theta$ ⑦ $\frac{EBL}{R}$ ⑧ $\frac{EBL}{R} \cos \theta$ ⑨ $\frac{EBL}{R} \sin \theta$ ⑩ 該当なし

(物 理)

問3 固定を外したとき、金属棒が導線に沿って上方にすべり始めるために必要な条件を表す式として、最も適切なものを次の選択肢から1つ選び、解答欄(オ)の該当する番号をマークしなさい。

- ① $mgR = EBL$ ① $mgR < EBL$ ② $mgR > EBL$
③ $\sin \theta < \frac{EBL}{mgR}$ ④ $\sin \theta > \frac{EBL}{mgR}$ ⑤ $\cos \theta < \frac{EBL}{mgR}$
⑥ $\cos \theta > \frac{EBL}{mgR}$ ⑦ $\tan \theta < \frac{EBL}{mgR}$ ⑧ $\tan \theta > \frac{EBL}{mgR}$ ⑨ 該当なし

【II】金属棒の固定を外すと、金属棒は、導線に沿って上方にすべり始めた。導線に沿ってすべる金属棒の速さを v とする。次の問4～問8に答えなさい。

問4 金属棒に生じる誘導起電力の大きさ V として最も適切なものを次の選択肢から選び、解答欄(カ)の該当する番号をマークしなさい。

- ① 0 ① $E vBL$ ② vBE
③ $vBL \sin \theta$ ④ $vBE \sin \theta$ ⑤ $vBL \cos \theta$ ⑥ $vBE \cos \theta$
⑦ $vBL \tan \theta$ ⑧ $vBE \tan \theta$ ⑨ 該当なし

問5 金属棒を流れる電流 I の大きさとして最も適切なものを次の選択肢から1つ選び、解答欄(キ)の該当する番号をマークしなさい。

- ① 0 ① $\frac{E}{R}$ ② $\frac{R}{E}$ ③ $\frac{V}{R}$ ④ $\frac{R}{V}$
⑤ $\frac{E+V}{R}$ ⑥ $\frac{R}{E+V}$ ⑦ $\frac{|E-V|}{R}$ ⑧ $\frac{R}{|E-V|}$ ⑨ 該当なし

問6 導線に沿って上向き($\overrightarrow{X_1X_2}$ または $\overrightarrow{Y_1Y_2}$ の向き)を正としたとき、金属棒の加速度 a を前問の電流 I を使って表しなさい。その式として最も適切なものを次の選択肢から1つ選び、解答欄(ク)の該当する番号をマークしなさい。

- ① 0 ① $\frac{BIL}{m} \sin \theta + g \cos \theta$ ② $\frac{BIL}{m} \sin \theta - g \cos \theta$
③ $\frac{BIL}{m} \cos \theta + g \sin \theta$ ④ $\frac{BIL}{m} \cos \theta - g \sin \theta$
⑤ $\frac{BIL}{m} + g \cos \theta$ ⑥ $\frac{BIL}{m} - g \cos \theta$
⑦ $\frac{BIL}{m} + g \sin \theta$ ⑧ $\frac{BIL}{m} - g \sin \theta$ ⑨ 該当なし

(物 理)

問 7 十分に時間がたつと、金属棒の速さは一定値に近づいた。その一定値を示す式として最も適切なものを次の選択肢から1つ選び、解答欄(ケ)の該当する番号をマークしなさい。

- ① 0 ② $\frac{1}{BL \sin \theta} \left(E + \frac{mgR}{BL} \tan \theta \right)$ ③ $\frac{1}{BL \cos \theta} \left(E + \frac{mgR}{BL} \tan \theta \right)$
④ $\frac{1}{BL \sin \theta} \left(E + \frac{mgR}{BL} \right)$ ⑤ $\frac{1}{BL \cos \theta} \left(E + \frac{mgR}{BL} \right)$
⑥ $\frac{1}{BL \sin \theta} \left(E - \frac{mgR}{BL} \tan \theta \right)$ ⑦ $\frac{1}{BL \cos \theta} \left(E - \frac{mgR}{BL} \tan \theta \right)$
⑧ $\frac{1}{BL \sin \theta} \left(E - \frac{mgR}{BL} \right)$ ⑨ $\frac{1}{BL \cos \theta} \left(E - \frac{mgR}{BL} \right)$ ⑩ 該当なし

問 8 問 7 のように、「十分に時間がたつと金属棒の速さが一定値に近づく」のはなぜか。解答用紙裏面の解答欄Dにその理由を書きなさい。解答にあたっては、「誘導起電力」「加速度」「速度(または速さ)」の言葉をすべて使いなさい。