聖マリアンナ医科大学

2025 年度　一般選抜　物理

（2 科目　150 分）

以下の各問題の解答はすべて解答欄に記入しなさい。解答の過程は示さなくてよい。

1 以下の文章の（　①　）から（　⑫　）に適切な数値を入れなさい。ただし、必要なら円周率は 3.14 を用いなさい。

〔1〕　自然の長さが 10 cm のばねに 100 N の力を加えたら 7.0 mm 伸びた。このばねのばね定数は（　①　）N/m である。このばねに 140 N の力を加えるとき、ばねの伸びは（　②　）mm であり、ばねに蓄えられた弾性エネルギーは（　③　）J である。

〔2〕　十分に長い直線状の導線に 0.628 A の電流を流すとき、この導線から 0.025 m はなれた点に生じる磁場（磁界）の強さは（　④　）A/m である。また、半径 0.010 m の円形の導線に 0.40 A の電流を流すとき、円の中心における磁場の強さは（　⑤　）A/m である。別な状況として、ソレノイド内部に生じる磁場の強さを考える。全巻き数 100 回、長さ 0.25 m のソレノイドに 0.030 A の電流を流すとき、ソレノイド内部に生じる磁場の強さは（　⑥　）A/m である。

〔3〕　振動数 840 Hz の音を出す音源がある。音速を 340 m/s とする。静止している観測者から、音源が速さ 17.0 m/s で遠ざかると、観測者は振動数（　⑦　）Hz の音を観測する。静止している音源に、観測者が速さ 17.0 m/s で近づくと、観測者は振動数（　⑧　）Hz の音を観測する。観測者が速さ 17.0 m/s で直線上を移動し、音源が観測者と同じ速度で観測者を後方から追うと、観測者は振動数（　⑨　）Hz の音を観測する。

〔4〕　陽子の質量を 2×10^{-27} kg とする。電気素量を 2×10^{-19} C と定義すると、1 eV ＝（　⑩　）J である。この式を用いると、静止した陽子が真空中において 2×10^{8} V の電圧で加速されるときに得られる運動エネルギーを電子ボルトで表すと（　⑪　）eV である。プランク定数を 7×10^{-34} J·s と定義すると、この加速された陽子の物質波の波長は（　⑫　）m である。

2 次の文章は物理の問題に取り組む生徒（マリオさんとアンナさん）と聖(ひじり)先生の会話である。（　①　）から（　⑭　）に入るもっとも適切な式または数値を答えなさい。また、下線部 (あ)、(い) に入る適切な語句を選びなさい。ただし、滑車および糸の質量はゼロと近似できるものとする。重力加速度の大きさを $g = 9.8\,\mathrm{m/s^2}$ とする。有効数字は 2 桁とする。

聖先生「今日は全部で 3 つの問題に取り組みます。まずは〔1〕を考えてみましょう」

〔1〕　軽い定滑車に通した軽い糸で、質量 $m_1 = 9.0\,\mathrm{kg}$ の物体 1 と質量 $m_2 = 11.0\,\mathrm{kg}$ の物体 2 が結ばれている。物体を静かに放した。両物体の加速度の大きさ a と、糸の張力の大きさ T を求めよ。

マリオ「滑車は中学生のときに習ったな。まず、それぞれの物体の運動を想像してみます！…当然、物体 1 が上昇して、物体 2 が下降しますね。物体 1 の進行方向を正の向きとして、m_1、m_2、T、a、g を用いてそれぞれの物体の運動方程式を書くと…」

物体 1 の運動方程式：$m_1 a =$（　①　）

物体 2 の運動方程式：$m_2 a =$（　②　）

アンナ「両辺を足せば加速度 a がすぐに求まるわね。数値を代入すると、加速度の大きさ a は…」

$a =$（　③　）$\mathrm{m/s^2}$

マリオ「逆に、両辺を引けば糸の張力 T が分かるぞ！ 数値を代入すると、糸の張力の大きさ T は…」

$T =$（　④　）N

聖先生「大変よくできました！ 簡単だったかな。では〔2〕はどうかな？ これも簡単だと思うけれど、設定に惑わされないようにしてね」

〔2〕　軽い滑車に通した軽い糸で、質量 $m_1 = 9.0\,\mathrm{kg}$ の物体 1 と質量 $m_2 = 11.0\,\mathrm{kg}$ の物体 2 が結ばれている。両物体が滑車に対して動かないように固定した。次に、この滑車を両物体とともに $F = 196\,\mathrm{N}$ の力で鉛直上向きに静かに引き上げた。糸はゆるむことはなかった。滑車の加速度 A を求めよ。ただし、鉛直上向きを正の向きとする。

アンナ「これって、滑車と 2 つの物体、合計 3 つの物体を扱っているけれど、滑車と 2 つの物体は一体と考えてよいから、結局、1 つの物体を上向きに引き上げたことと一緒よね？」

マリオ「そうだね。説明文がややこしい！ そうすると、一体となった装置全体の運動方程式だけでよいね。糸の張力は関係ないから、m_1、m_2、A、F、g を用いて装置全体の運動方程式を書くと…」

装置全体の運動方程式：（　⑤　）

アンナ「数値を代入すると、滑車の加速度 A は…」

$A =$（　⑥　）$\mathrm{m/s^2}$

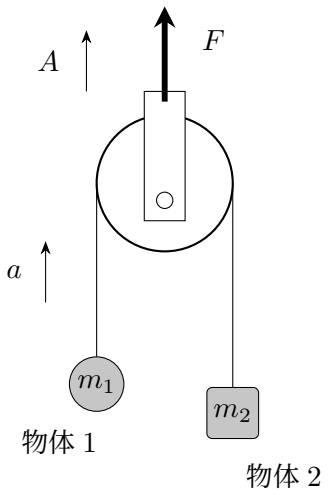
聖先生「設定がややこしいけれど、ちゃんと見抜けましたね！ では最後は〔3〕です。これも設定に惑わさ

れないように気を付けて！」

〔3〕　軽い滑車に通した軽い糸で、質量 $m_1 = 9.0\,\mathrm{kg}$ の物体 1 と質量 $m_2 = 11.0\,\mathrm{kg}$ の物体 2 が結ばれている。この滑車を $F = 196\,\mathrm{N}$ の力で鉛直上向きに静かに引き上げた。糸はゆるむことはなかった。地上から見たときの滑車、物体 1、物体 2 の加速度をそれぞれ A、A_1、A_2 とする。また、滑車から見たときの物体 1 の加速度を a とする。このとき、A、A_1、A_2、および a を求めよ。ただし、鉛直上向きを正の向きとする。

アンナ「これは〔1〕とどう違うのかしら？〔1〕と同じような気が…」

マリオ「〔1〕と同じ？ むしろ〔2〕と同じじゃないの？ あれ、なんだか上手にイメージできないぞ。問題文にしたがって図を描いてみよう。(右図を作図した)」



聖先生「マリオさんの図でよろしいようです。この図で考えてみましょう。この設定は〔1〕とも〔2〕とも違います。だから、例えば A は（　⑥　）$\mathrm{m/s^2}$ ではありません。また、〔1〕では物体 1 の加速度の大きさと物体 2 の加速度の大きさは同じ値でしたが、A_1 と A_2 は同じ値ではありません。動きをイメージするのが難しいようなので、まず、糸の張力の大きさを T として滑車の運動方程式から糸の張力の大きさを求めてみましょうか」

マリオ「滑車の質量はゼロと近似できるから T の値は（　⑦　）N ですね」

聖先生「次に、鉛直上向きを正として、地上から見たときの物体 1、物体 2 の運動方程式を m_1、m_2、A_1、A_2、T、g を用いて表してみましょう。ただし、物体がどのような運動をするのかが分からないので、両物体とも鉛直上向きに加速すると仮定してください」

アンナ「これは〔1〕を参考にすればよいのね。先生の言った仮定に注意して…。物体 1 の運動方程式は（　⑧　）、物体 2 の運動方程式は（　⑨　）です」

聖先生「上出来です！ これで加速度 A_1、A_2 の値を求めることができますね」

マリオ「あ！ 本当だ。$A_1 =$（ ⑩ ）$\mathrm{m/s^2}$、$A_2 =$（ ⑪ ）$\mathrm{m/s^2}$ です！」

アンナ「つまり、物体 1 の加速度の向きは鉛直 (あ) （上向き／下向き）で、物体 2 の加速度の向きは鉛直 (い) （上向き／下向き）ということね」

マリオ「最後に A が残ったぞ。A を求めるには a がヒントになりそうだけれど、『滑車から見たときの加速度』という言い方が気になります。滑車って加速度運動していますよね？ こんな量は習っていません」

アンナ「そうね。これが『滑車から見たときの速度』なら、相対速度として習ったけれど」

聖先生「ああ、そうか。等加速度直線運動している物体を、別の等加速度直線運動している物体から見た場合の加速度の表し方は学習していませんね。加速度はベクトルですから、相対速度と同じ考え方で計算できます。滑車から見たときの物体 1 の加速度と滑車の加速度とは同じ向きなので $A_1 = a + A$ と表せます。一方、滑車から見たときの物体 2 の加速度は滑車の加速度に対して逆向きなので A_2 を a と A で表すと $A_2 =$（ ⑫ ）となります」

マリオ「なるほど！ これで A の値を求められるぞ！ $A =$（ ⑬ ）$\mathrm{m/s^2}$ だ！」

聖先生「ほら、〔2〕とは違うでしょう？ 最後に a の値を求めましょう」

アンナ「$a =$（ ⑭ ）$\mathrm{m/s^2}$ です。これも〔1〕とは違うのですね！」

3 図 1 のように、直流電源に極板 A と極板 B からなる平行板コンデンサーとスイッチを接続し、極板 A を接地した。直流電源の電圧を V_0、コンデンサーの極板の面積を S、極板間の距離を $5d$、空気の誘電率を ϵ とする。また、極板間は空気で満たされており、極板の端における電場（電界）の乱れは無視できるものとする。以下の各問に答えなさい。

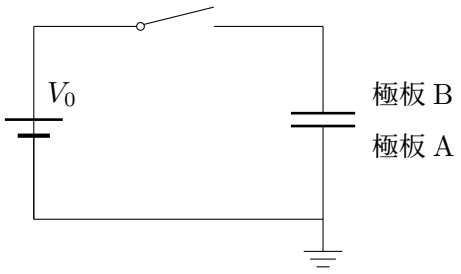


図 1

スイッチを閉じて時間を十分に経過させたところ、コンデンサーに電荷が蓄えられた。

〔1〕 平行板コンデンサーの電気容量を求めなさい。

〔2〕　コンデンサーに蓄えられた電気量を求めなさい。

〔3〕　コンデンサーの極板間に生じる電場の強さを求めなさい。

図 2 のように、極板 A を原点とした x 軸を設定し、極板 A からの距離を x とする。ただし、x 軸の向きは、極板 A、極板 B のそれぞれに直交する向きである。

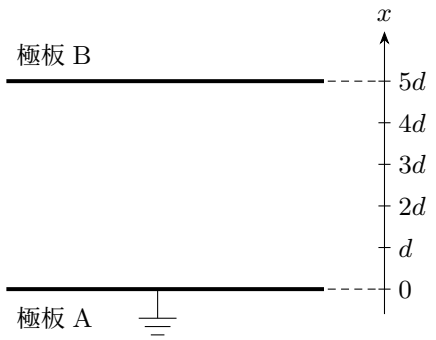
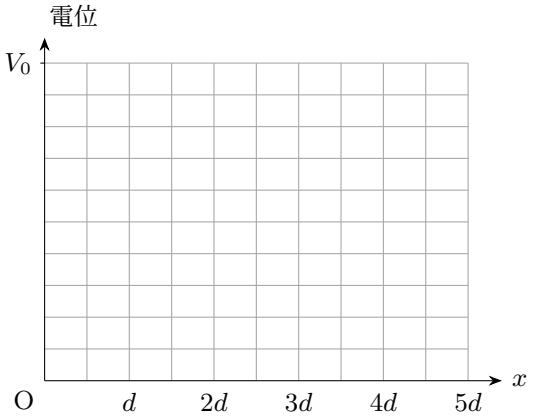


図 2

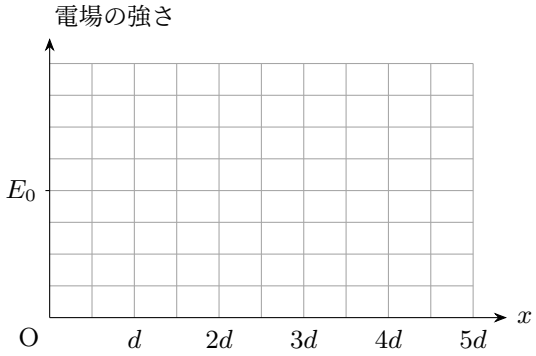
〔4〕　距離 x に対する極板 AB 間の電位を表すグラフを解答欄に描きなさい。ただし、グラフの横軸を x、縦軸を電位とする。

（注）解答欄には次の方眼が与えられている。



〔5〕　距離 x に対する極板 AB 間の電場の強さを表すグラフを解答欄に描きなさい。ただし、〔3〕で求めた電場の強さを E_0 とし、グラフの横軸を x、縦軸を電場の強さとする。

（注）解答欄には次の方眼が与えられている。



次にスイッチを開き、スイッチを開いたままの状態で、図 3 のように極板 AB 間の $2d \leqq x \leqq 3d$ の領域に底面積 S、厚さ d の誘電体を挿入した。誘電体の誘電率は 2ϵ である。

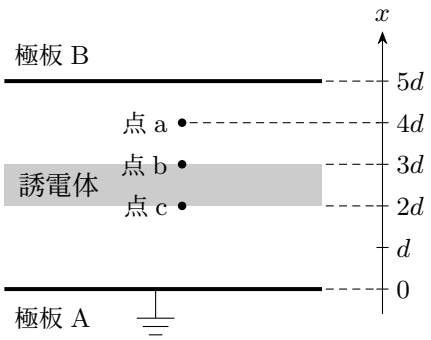
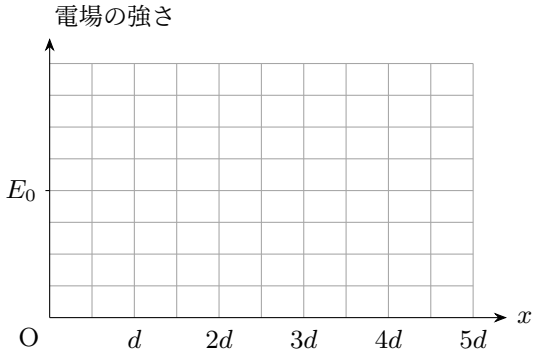


図 3

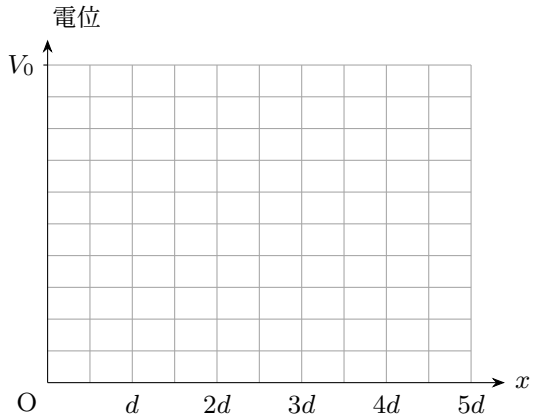
〔6〕　距離 x に対する極板 AB 間の電場の強さを表すグラフを解答欄に描きなさい。ただし、グラフの横軸を x、縦軸を電場の強さとする。

（注）解答欄には次の方眼が与えられている。



〔7〕　距離 x に対する極板 AB 間の電位を表すグラフを解答欄に描きなさい。ただし、グラフの横軸を x、縦軸を電位とする。

（注）解答欄には次の方眼が与えられている。



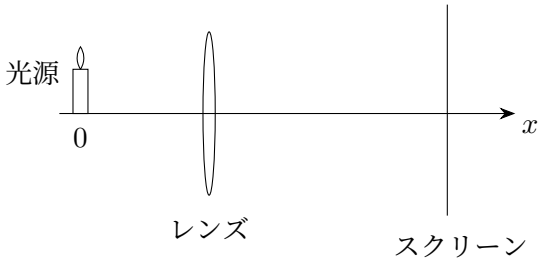
〔8〕　誘電体を挿入した後のコンデンサーの電気容量を V_0、S、d、ϵ のうち必要なものを用いて表しなさい。

その後、誘電体を挿入した状態でスイッチを閉じ、時間を十分に経過させた。

〔9〕　$x = 4d$ に位置する点 a における電場の強さを V_0、S、d、ϵ のうち必要なものを用いて表しなさい。

〔10〕 $x = 3d$ に位置する点 b および $x = 2d$ に位置する点 c におけるそれぞれの電位を V_0、S、d、ϵ のうち必要なものを用いて表しなさい。

4 図のように、焦点距離 f の薄い凸レンズ（以下、レンズと呼ぶ）の光軸上に x 軸をとり、$x = 0$ の位置に光源を x 軸に垂直に置いて固定する。また、スクリーンも x 軸に垂直に置くものとする。以下の各問に答えなさい。



まず、スクリーンを $x = L\ (> 0)$ の位置に置き、レンズを $x = a\ (0 < a < L)$ の位置に置くと、レンズを通してスクリーン上に光源の像ができた。この像を像 I とする。

〔1〕 像 I は（ ① ）立の（ ② ）像である。①と②に入るもっとも適切な語を【選択肢 1】のうちからそれぞれ 1 つずつ選び、その記号を答えなさい。

〔2〕 a と f の関係としてもっとも適切なものを【選択肢 2】のうちから選び、その記号を答えなさい。

〔3〕 この場合のレンズの式（写像公式）を答えなさい。

〔4〕 像 I の倍率を、a と L を用いて表しなさい。

続いて、スクリーンの位置は変えずにレンズを動かして $x = b\ (a < b < L)$ の位置に置くと、再びスクリーン上に光源の像ができた。この像を像 II とする。

〔5〕 像 II は（ ③ ）立の（ ④ ）像である。③と④に入るもっとも適切な語を【選択肢 1】のうちからそれぞれ 1 つずつ選び、その記号を答えなさい。

〔6〕 像 II の倍率は〔4〕の倍率の何倍かを、a と L を用いて表しなさい。

〔7〕 レンズが $x = a$ の位置でも $x = b$ の位置でもスクリーン上に像ができるために L の満たすべき条件を、f を用いて不等式で表しなさい。

次に、$x > 0$ を満たす別の位置にスクリーンを置き、レンズを光源とスクリーンの間で動かして像の有無を調べたところ、レンズが $x = c$ の位置のときにのみスクリーン上に光源の像ができた。この像を像 III とする。

〔8〕 像 III は（ ⑤ ）立の（ ⑥ ）像である。⑤と⑥に入るもっとも適切な語を【選択肢 1】のうちからそれぞれ 1 つずつ選び、その記号を答えなさい。

〔9〕 f を用いて c を表しなさい。

最後に、$x > 0$ を満たす別の位置にレンズを置き、スクリーンを取り除いた。レンズを通して光源を見ると、倍率 m の光源の像が見えた。この像を像 IV とする。

〔10〕 像 IV は（ ⑦ ）立の（ ⑧ ）像である。⑦と⑧に入るもっとも適切な語を【選択肢 1】のうちからそれぞれ 1 つずつ選び、その記号を答えなさい。

〔11〕 レンズの位置を、f と m を用いて表しなさい。

【選択肢 1】

(ア) 実　(イ) 中　(ウ) 正　(エ) 負　(オ) 虚　(カ) 倒　(キ) 鏡

【選択肢 2】

(ク) $a < f$　(ケ) $a > f$　(コ) $a < -f$　(サ) $a > \dfrac{1}{f}$　(シ) $a < \sqrt{f}$　(ス) $a > f^2$

5 物質量 n の理想気体を考える。次の文章を読み、以下の各問に答えなさい。

ボイル・シャルルの法則とは、一定質量の理想気体の体積は圧力に（ ① ）し絶対温度に（ ② ）する、という法則である。つまり、この法則は、一定質量の理想気体の体積を V、圧力を P、絶対温度を T とすると、比例定数 a を用いて $V = a$（ ③ ）と表すことができる。また、気体の体積は、絶対温度と圧力が一定の場合、物質量 n に比例することが知られているので、a を nR と置き換えることができる。以上より、この法則の式は $PV =$（ ④ ）と変形できる。この変形した関係式を理想気体の（ ⑤ ）といい、R は（ ⑥ ）と呼ばれる。(あ)PV の単位は、エネルギーの単位である。一方、理想気体の (い) 内部エネルギーは、理想気体の絶対温度と物質量に比例することが知られているので、理想気体の内部エネルギーは（ ④ ）に比例することが分かる。

いま、理想気体として気体 X を考える。気体 X の内部エネルギーは（ ④ ）の A 倍であるとする。気体 X にある熱量を加えたところ、絶対温度が ΔT だけ変化し、外部に W の仕事をした。熱力学第一法則から、加えた熱量は（ ⑦ ）である。この状態変化における気体 X の (う) モル比熱は（ ⑧ ）である。この状態変化が定積変化の場合 $W =$（ ⑨ ）なので、定積変化における気体 X のモル比熱は（ ⑩ ）

となる。この状態変化が定圧変化の場合 $W =$（　⑪　）なので、定圧変化における気体 X のモル比熱は（　⑫　）となる。

〔1〕　（　①　）から（　⑫　）に入るもっとも適切な語句、式、物理量または数値を答えなさい。

〔2〕　下線部 (あ) に関して、体積、圧力、エネルギーのそれぞれの単位を、kg、m、s、K、A、mol の単位記号のうち必要な単位記号を用いて答えなさい。

〔3〕　下線部 (い) に関して、一般に内部エネルギーとは、個々の原子・分子がもつ運動エネルギーと位置エネルギーをすべての原子・分子について足し合わせたエネルギーである。この運動エネルギーと位置エネルギーがそれぞれ何によるエネルギーか、もっとも適切な語句を【選択肢 1】のうちからそれぞれ 1 つずつ選び、その記号を答えなさい。

〔4〕　下線部 (う) に関連して、比熱（比熱容量）を説明する以下の文の［A］から［D］に入るもっとも適切な語句または物理量を【選択肢 2】のうちからそれぞれ 1 つずつ選び、その記号を答えなさい。

比熱とは、［A］の物質の［B］を［C］だけ変化させるのに必要な［D］である。

〔5〕　容器に密封された気体 X の温度をさまざまに変えたところ、温度が上がるとともに体積が増加し、外部に仕事をした。一方、温度が下がるとともに体積が減少し、外部から仕事をされた。このような状態変化における気体 X のモル比熱は、気体 X の定積モル比熱よりつねに大きいことを簡潔に示しなさい。

【選択肢 1】

(ア) 熱量	(イ) 熱運動	(ウ) 並進運動	(エ) 分子間の力
(オ) 潜熱	(カ) 熱放射	(キ) 気体の圧力	(ク) ブラウン運動
(ケ) 重力	(コ) 回転運動	(サ) 分子の力積	(シ) 気体のする仕事

【選択肢 2】

(ス) 物質量	(セ) 質量	(ソ) 体積	(タ) 圧力
(チ) 絶対温度	(ツ) 内部エネルギー	(テ) 外部にする仕事	(ト) 熱量
(ナ) 1 mol	(ニ) 1 g	(ヌ) 1 m^3	(ネ) 1 N
(ノ) 1 Pa	(ハ) 1 K	(ヒ) 1 J	(フ) 1 cal