

理 科(物理)

(2025)

- (注意事項)
- 1 問題文は14ページあります。
 - 2 解答は解答用紙の所定欄に記入してください。指示されたところでは解答の導き方についても記入してください。下書きは、問題冊子の余白を利用してください。ただし、回収はしませんので採点の対象とはなりません。
 - 3 定規を使用することができます。ただし、計算・メモ・通信などの機能をもった時計や電卓、携帯電話などは使用できません。
 - 4 解答は一部記述を含むマークセンス方式となっていますので、解答用紙の注意事項をよく読み解答してください。
 - 5 受験番号・氏名・フリガナは、監督者の指示に従って、解答用紙の所定欄に丁寧に記入してください。
 - 6 解答用紙にマークセンス方式の受験番号欄があります。受験番号をマークする際は濃く丁寧にぬってください。
 - 7 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページ落丁・乱丁及び解答用紙の汚れなどに気づいた場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。

第1問 次の問い（問1～問5）に答えよ。

〔解答マーク欄 1 ～ 6 ； 解答記入欄1〕

問1 図1のように、地面からの高さが h のなめらかな水平面上にばね定数 k のばねを置き、ばねが自然の長さのときにばねの右端が水平面の端点 O に一致するように、ばねの左端を固定した。このばねの右端に質量 m の物体を押し付け、ばねを自然の長さから x_0 だけ縮めて静止させ、静かに手を離れたところ、物体は、ばねに押されて水平右向きに運動を始めた。その後、物体は、点 O でばねと水平面から離れて空中に飛び出し、地面上の点 P に落下した。点 O での物体の速さ v_0 、および、点 O と点 P の水平距離 L を表す式として正しいものを、下のそれぞれの解答群のうちから一つずつ選べ。ただし、重力加速度の大きさを g とし、地面は水平であるとする。また、物体の大きさは無視できるものとする。

$$v_0 = \boxed{1}, L = \boxed{2}$$

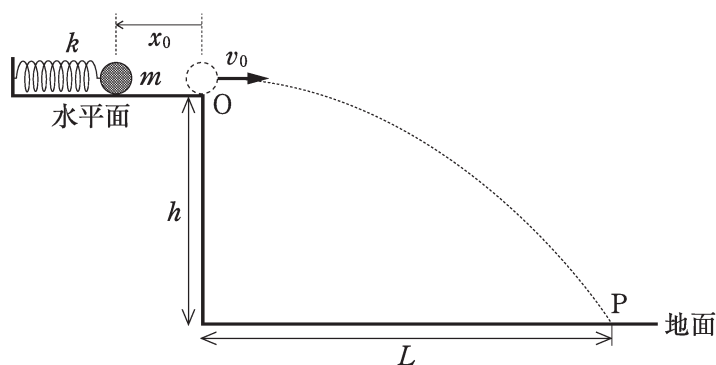


図1

1 の解答群：

- | | | |
|----------------------------|----------------------------|-----------------------|
| ① $\sqrt{\frac{kx_0}{m}}$ | ② $\sqrt{\frac{k}{m}}x_0$ | ③ $\frac{kx_0^2}{m}$ |
| ④ $\sqrt{\frac{2kx_0}{m}}$ | ⑤ $\sqrt{\frac{k}{2m}}x_0$ | ⑥ $\frac{kx_0^2}{2m}$ |

2 の解答群：

- | | | |
|----------------------------|---------------------------|----------------------------|
| ① $\frac{v_0^2}{2g}$ | ② $\frac{v_0^2}{g}$ | ③ $\frac{2v_0^2}{g}$ |
| ④ $\sqrt{\frac{h}{2g}}v_0$ | ⑤ $\sqrt{\frac{h}{g}}v_0$ | ⑥ $\sqrt{\frac{2h}{g}}v_0$ |

問2 直線状の線路で、72 km/h の速さで走行している高速列車が、大きさ a の一定の加速度で速さを増し、100 秒後に 216 km/h になった。この a と、加速中の 100 秒間に走行した距離 x の組合せとして、最も適切なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 3

① $a = 0.40 \text{ m/s}^2, x = 2.0 \text{ km}$

② $a = 1.44 \text{ m/s}^2, x = 7.2 \text{ km}$

③ $a = 0.40 \text{ m/s}^2, x = 4.0 \text{ km}$

④ $a = 1.44 \text{ m/s}^2, x = 9.2 \text{ km}$

問3 セシウム 134 (^{134}Cs) の半減期は 2.1 年である。セシウム 134 が時間とともに崩壊し、 y 年後に $\frac{1}{10}$ が残ったとする。 y として、最も適切なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。ただし、 $\log_{10} 2 = 0.30$ とする。 4

① $y = 6.3$

② $y = 7.0$

③ $y = 7.7$

④ $y = 8.4$

問4 図2(a)のように、断面積 S で熱をよく通す円筒容器を水平面上に置いた。この容器に理想気体を入れ、なめらかに動く質量の無視できるピストンで閉じ込めた。このとき、気体の高さは h であった。ピストンの上に物体を載せ、しばらく経って気体の温度が室温と等しくなったとき、図2(b)のように、気体の高さは $\frac{2}{3}h$ となった。大気圧を p_0 とするとき、図2(b)の状態の気体の圧力 p と、物体の質量 m を表す式を、下のそれぞれの解答群のうちから一つずつ選べ。ただし、重力加速度の大きさを g とする。また、室温は変化しないものとする。

$$p = \boxed{5}, m = \boxed{6}$$

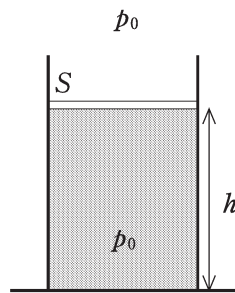


図2(a)

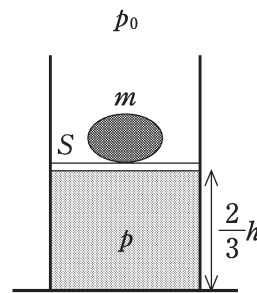


図2(b)

5 の解答群：

- ① $\frac{1}{3}p_0$ ② $\frac{1}{2}p_0$ ③ $\frac{2}{3}p_0$ ④ p_0 ⑤ $\frac{3}{2}p_0$
 ⑥ $2p_0$ ⑦ $3p_0$

6 の解答群：

- ① $\frac{p_0 S}{3g}$ ② $\frac{p_0 S}{2g}$ ③ $\frac{2p_0 S}{3g}$ ④ $\frac{p_0 S}{g}$ ⑤ $\frac{3p_0 S}{2g}$
 ⑥ $\frac{2p_0 S}{g}$ ⑦ $\frac{3p_0 S}{g}$

問5 抵抗値 R 、半径 a の円形コイルが、磁束密度 B の一様な磁場（磁界）中に置かれている。磁場の向きは、図3のように、コイルに垂直で紙面の裏から表に向かう向きであり、 B は、時間とともに自由に変化させることができる。 B を図4のように時間変化させたとき、 $t = \frac{1}{2}T_0$ においてコイルを流れる電流 I を求め、答を、導き方も含めて該当欄に書け。ただし、電流の正の向きは、図3の矢印の向きとする。また、コイルの自己インダクタンスは無視できるものとする。

解答記入欄 1

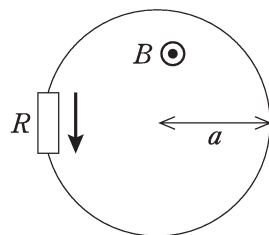


図3

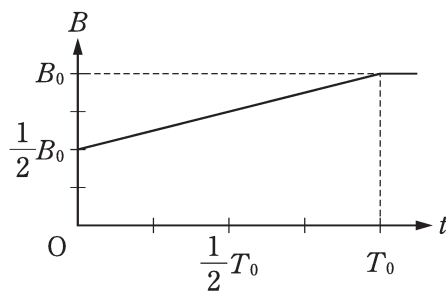


図4

第2問 図1のように、水平右向きに等速直線運動する電車内に、水平で粗い床と鉛直でなめらかな壁がある。壁から θ の角をなすように、質量 M 、長さ L の一樣な棒ABが立てかけられていて、棒は床に対して静止している。棒のA端が壁から受ける垂直抗力の大きさを N_A 、棒のB端が床から受ける垂直抗力の大きさと静止摩擦力の大きさをそれぞれ N_B 、 F とする。以下の問い（問1～問5）に答えよ。ただし、棒のB端と床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。

〔解答マーク欄 , : 解答記入欄2 〕

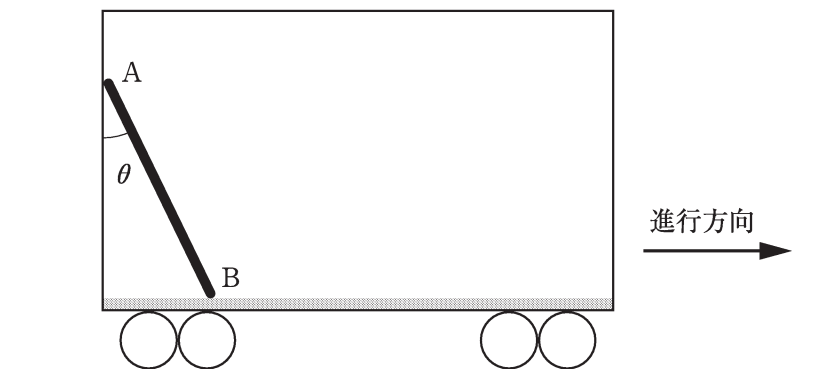


図1

問1 N_B と F を、 g 、 L 、 M 、 θ のうち必要なものを用いて表し、答を該当欄に書け。

解答記入欄2 〔問1〕

問2 棒のB端が床をすべり出さないための、 $\tan \theta$ の最大値を、 μ を用いて表せ。答は導き方も含めて該当欄に書け。

解答記入欄2 〔問2〕

次に、この電車が、大きさ a の一定の加速度で減速した。減速している間、棒 AB は床に対して静止したままであった。以下、減速中に棒が受ける力について考える。ただし、棒が受ける慣性力は、棒の重心に作用するものとする。

問 3 棒が受ける慣性力の大きさと向きの組合せとして最も適切なものを、次の①～⑧のうちから一つ選べ。

7

① g ，鉛直上向き

② g ，鉛直下向き

③ Mg ，鉛直上向き

④ Mg ，鉛直下向き

⑤ a ，水平右向き

⑥ a ，水平左向き

⑦ Ma ，水平右向き

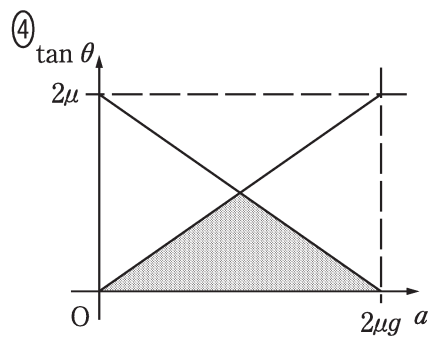
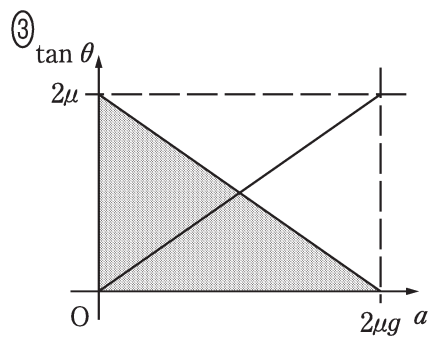
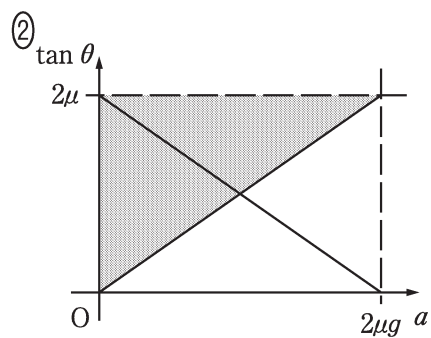
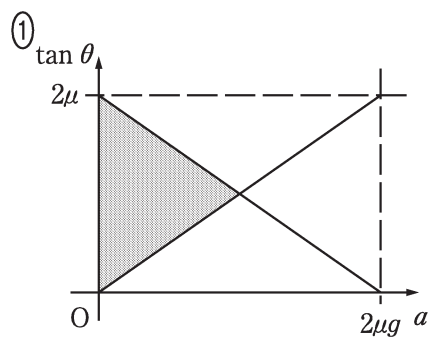
⑧ Ma ，水平左向き

問 4 棒の A 端が壁から離れないための、 $\tan \theta$ の条件を、 a ， g を用いて表せ。答は導き方も含めて該当欄に書け。このとき、棒の B 端は床をすべり出さないとする。

解答記入欄 2 [問 4]

問5 棒が床に対して静止したままであるためには、棒のA端が壁から離れない条件と、棒のB端が床をすべり出さない条件を満たす必要がある。このときの $\tan \theta$ と a の関係を表す図として最も適切なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。ただし、それぞれの図の塗りつぶした部分が条件を満たす領域である。

8



第3問 図1のように、3つのコンデンサー C_1 , C_2 , C_3 , コイル, 電池, および, スイッチ S_1 , S_2 , S_3 を接続した回路がある。コンデンサー C_1 , C_2 , C_3 の電気容量は, それぞれ C , $2C$, $3C$ である。コイルの自己インダクタンスは L である。電池の起電力は E で, 内部抵抗は無視できるものとする。最初, スイッチはすべて開いており, どのコンデンサーにも電荷は蓄えられていなかった。以下の問い (問1～問5) に答えよ。問1～問3については, 文章中の空欄ア～コに当てはまる数字 (0～9) をそれぞれ一つずつ選び, 該当欄にマークせよ。ただし, 分数は, それ以上約分できない形で答えよ。

〔解答マーク欄 ア ～ サ ; 解答記入欄3 〕

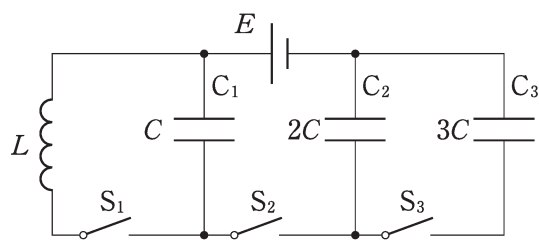


図1

問1 図2のように, スイッチ S_2 のみを閉じた。コンデンサー C_1 , C_2 に蓄えられる電気量を

それぞれ Q_1 , Q_2 とすると, 十分に時間が経過したとき, $Q_1 = \frac{\boxed{\text{ア}}}{\boxed{\text{イ}}} CE$,
 $Q_2 = \frac{\boxed{\text{ウ}}}{\boxed{\text{エ}}} CE$ である。

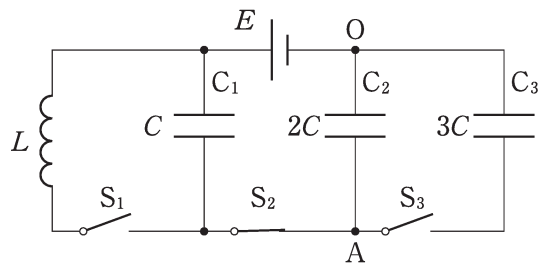


図2

問2 問1のとき, 点Oを基準とした点Aの電位は, $\frac{\boxed{\text{オ}}}{\boxed{\text{カ}}} E$ である。

問3 次に、スイッチ S_2 を開いた後、スイッチ S_3 を閉じた。コンデンサー C_2 、 C_3 に蓄えられる電気量を、それぞれ、 Q_2 を用いて表すと、十分に時間が経過したとき、

$$C_2 \text{ の電気量} = \frac{\boxed{\text{キ}}}{\boxed{\text{ク}}} Q_2, \quad C_3 \text{ の電気量} = \frac{\boxed{\text{ケ}}}{\boxed{\text{コ}}} Q_2$$

と表される。

問4 次に、図3のように、スイッチ S_2 を開いたまま、時刻 $t = 0$ に、スイッチ S_1 を閉じた。この後、コイルに流れる電流 I の時間変化を表す図として最も適切なものを、下の①～③のうちから一つ選べ。ただし、電流の正の向きは、図3の矢印の向きとする。 サ

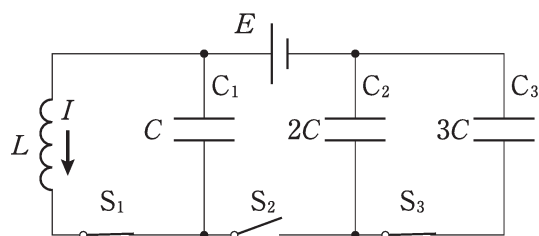
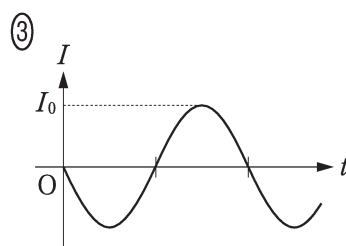
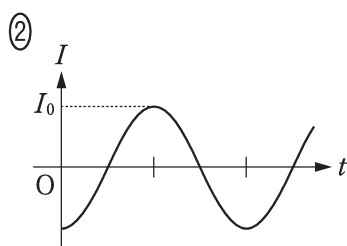
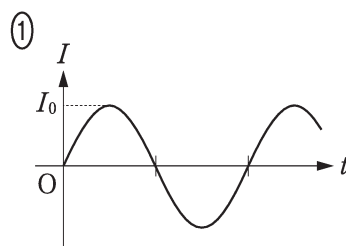
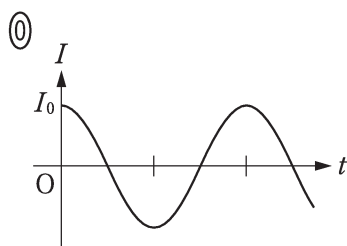


図3



問5 問4の電流 I の最大値 I_0 を、 Q_1 を用いて表す式を求め、答を導き方も含めて該当欄に書け。

解答記入欄 3

第4問 以下の文章Ⅰ～Ⅲを読み、問い（問1～問4）に答えよ。問3については文章中の空欄セ～タに当てはまる数字（0～9）をそれぞれ一つずつ選べ。

〔解答マーク欄 シ ～ ツ ； 解答記入欄 4 〕

- Ⅰ 図1のような，シャボン玉の一部を考える。シャボン液の薄膜の層の屈折率を $n_1 = \frac{4}{3}$ ，厚さを d とする。厚さに対してシャボン玉の直径は十分大きく，空気（屈折率 $n_0 = 1.0$ ）とシャボン液の境界は平面としてよい。

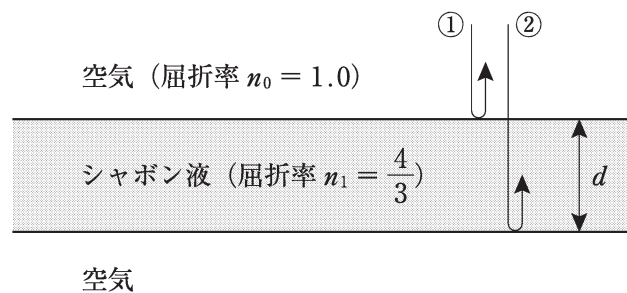


図1

問1 シャボン玉による光の反射に関する以下の文において，[] に入る語句および式の組合せとして，最も適切なものを，下のそれぞれの解答群のうちから一つずつ選べ。

シ ス

シャボン玉の上部から垂直に入射した光のうち，空気とシャボン液の上の境界面で反射する光①と，上の境界面は透過して，下の境界面で反射したのち，再び上の境界面を下から上に透過する光②とを考える。このとき光①は，反射の際に位相が [A]。また光②は，下の境界面での反射の際に，位相が [B]。また，空気中での光の波長を λ とすると，シャボン液内部での光の波長は [C] となる。したがって，光①と光②とが強めあう条件は，「干渉の次数」と呼ばれる整数 m を用いて，[D] と書くことができる。

シ の解答群：

- | | |
|--------------------------------|------------------------------------|
| ① A : π ずれる B : 変わらない | ① A : π ずれる B : π ずれる |
| ② A : 変わらない B : π ずれる | ③ A : 変わらない B : 変わらない |

ス の解答群：

- | | |
|--|--|
| ① C : $n_1 \lambda$ D : $\frac{2n_1 d}{\lambda} = m$ | ① C : $\frac{\lambda}{n_1}$ D : $\frac{2n_1 d}{\lambda} = m$ |
| ② C : $n_1 \lambda$ D : $\frac{2n_1 d}{\lambda} = m + \frac{1}{2}$ | ③ C : $\frac{\lambda}{n_1}$ D : $\frac{2n_1 d}{\lambda} = m + \frac{1}{2}$ |

Ⅱ 次に、図2のように、屈折率 $n_1 = \frac{4}{3}$ 、厚さ d の透明な薄膜を、屈折率 $n_2 = 1.5$ のガラス板の上に置いた。そして、上部から単色光を垂直に入射させ、反射光の強度を、波長を変化させながら測定したところ、可視光の範囲で図3のような結果が得られた。強度が最大となる図中のA、B、Cは、干渉の次数が一つずつ異なる条件に対応している。Aでの波長は $\lambda_A = 400 \text{ nm}$ 、Cでの波長は $\lambda_C = 600 \text{ nm}$ であった。なお、薄膜とガラス板の屈折率、および、単色光の強度は、波長によらず一定とする。

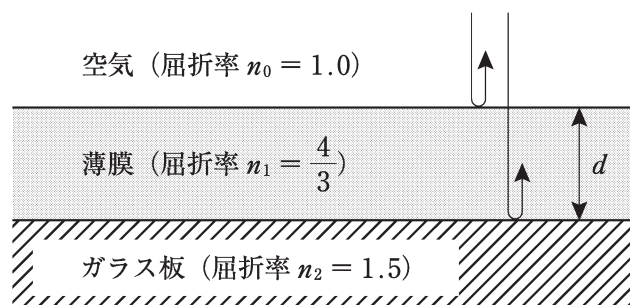


図2

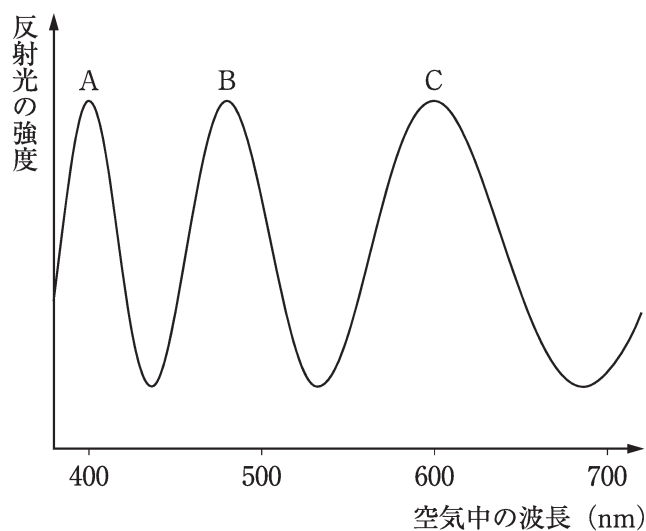


図3

問2 Bにおける波長 λ_B の値は何 nm か。答は導き方も含めて該当欄に書け。

解答記入欄 4

問3 薄膜の厚さ d は センタ nm である。

Ⅲ 図4のように、厚さは d のままで、薄膜の材料を、ガラス板よりも屈折率が高い $n_3 = \frac{5}{3}$ のものに変えた。そして、Ⅱと同様に、上部から単色光を垂直に入射させ、反射光の強度を、波長を変えながら測定した。

問4 以下の文において、**チ**および**ツ**に入る語句として、最も適切なものを、それぞれ、下の①～③のうちから一つずつ選べ。

図4のとき、反射光の強度は波長400 nmにおいて**チ**。また、波長600 nmにおいて**ツ**。

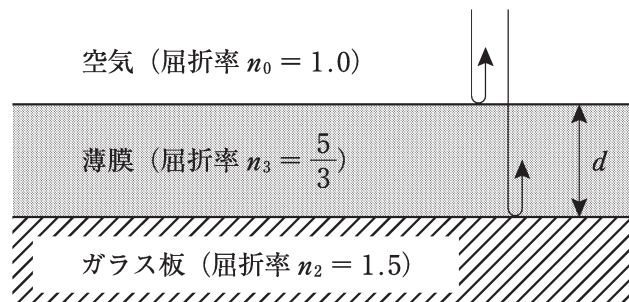


図4

- ① 最大となった（強めあう干渉となった）
- ② 最小となった（弱めあう干渉となった）
- ③ 最大でも最小でもなかった

—問題文終り—