

令和6年度入学試験問題

理 科

(前期日程)

医 学 部

工 学 部

農 学 部

科 目	ページ	解答用紙枚数	選択方法
物 理	1～12	3	左の科目のうちから，受験票に記載している科目の問題を選択し，解答しなさい。(医学部志望者は，2科目を選択し，解答しなさい。)
化 学	13～21	4	
生 物	22～34	4	

注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで，この問題冊子の中を見てはいけません。
2. この問題冊子は34ページあります。
3. すべての解答用紙の受験番号欄に受験番号を記入しなさい。受験番号が正しく記入されていない場合は，採点できないことがあります。
4. 解答は解答用紙の指定された解答欄に記入しなさい。
5. 物理には，下書き用紙が1枚あります。
6. 試験中に問題冊子および解答用紙の印刷不鮮明，ページの落丁および汚損等がある場合は，手を挙げて監督者に知らせなさい。
7. 試験終了後，問題冊子および下書き用紙は持ち帰りなさい。

物 理

1 以下の文章を読み、設問の答を解答欄に記入せよ。

図1-1に示すように、なめらかな斜面と段差のあるなめらかな水平面からなる床に、上面のみが^{あら}粗く水平な台Aが置かれている。台Aの長さは L [m]、質量は M [kg]である。台Aの高さと段差は等しく、台Aは台Aの左端と床の段差部にすき間がないように置かれている。斜面上には質量 m [kg]の小物体Pが置かれている。台Aの上面の動摩擦係数は μ' 、重力加速度の大きさは g [m/s²]とする。なお、空気抵抗は無視できるものとする。

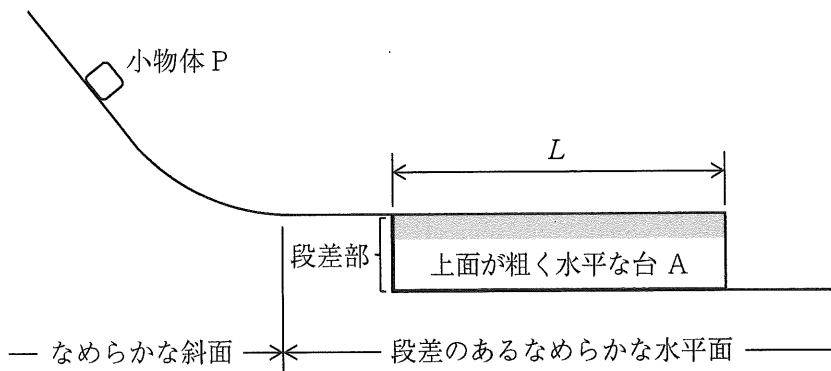


図1-1

問1 図1-2に示すように、台Aは右端の固定具で動かないようになっている。

小物体Pを斜面上で台Aの上面から高さ h_0 [m]の位置で静かにはなすと、小物体Pは斜面をすべり出し、台Aの上面に到達した。

- (1) 小物体Pが台Aに乗る直前の速さを求めよ。
- (2) 小物体Pが台Aから落ちることなく台A上で静止する h_0 の条件を求めよ。

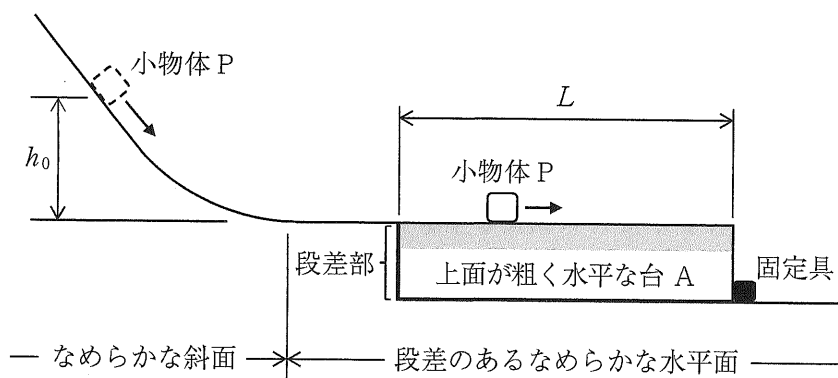


図1-2

問2 図1-3に示すように、台Aの右端の固定具を取り除いた状態で、小物体Pを斜面上で問1と同じ高さ h_0 [m]の位置で静かにはなしたところ、小物体Pが台Aの上面に到達すると台Aも動きだした。小物体Pは台A上をすべり、小物体Pはやがて台Aに対して静止し、小物体Pと台Aは床に対して同じ速度となった。

解答にあたり、以下の設問の解答欄には答を導く計算過程も記述すること。

- (1) 小物体Pが台Aに対して静止したときの台Aの速さを求めよ。
- (2) 小物体Pが台Aに到達してから、台Aに対して静止するまでの時間を求めよ。
- (3) 小物体Pが台Aに到達してから台Aに対して静止するまでに、台A上ですべった距離を求めよ。

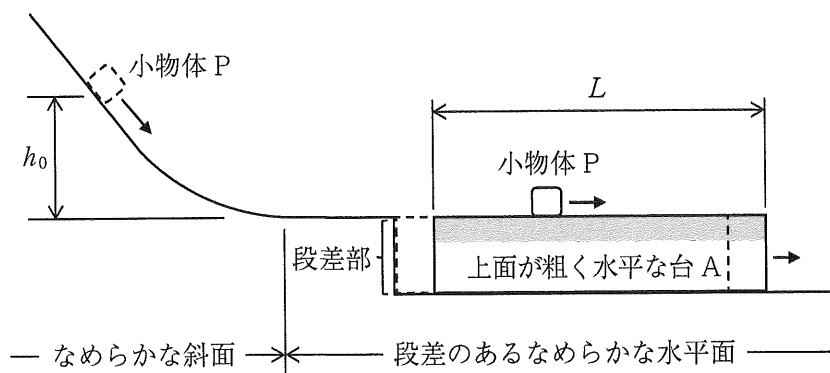


図1-3

問3 つぎに、図1－3の状態で、小物体Pを斜面上ではなす高さを変えたところ、台Aの上面に到達した小物体Pは台A上をすべり、台Aから飛び出した。なお、小物体Pが台Aから飛び出した瞬間の台Aの速さは V [m/s]であった。

解答にあたり、以下の設問の解答欄には答を導く計算過程も記述すること。

- (1) 小物体Pが台Aから飛び出す瞬間までに台Aが動いた距離を求めよ。
- (2) 小物体Pが台Aから飛び出す瞬間までに小物体Pの失った力学的エネルギーを求めよ。
- (3) 小物体Pが斜面をすべり出し、床面に着地する直前までの一連の運動によって、小物体Pと台Aからなる物体系の失われた力学的エネルギーを求めよ。

2 次の文章 A, B を読み, 設問の答を解答欄に記入せよ。なお, 解答欄に指示がある場合は, 計算過程も記入すること。

A 図 2-1 のような回路を考える。図に描かれている V_1 は内部抵抗の無視できる電圧 360 V の直流電源, R_1 は $5.0 \times 10^4 \Omega$ の抵抗, R_2, R_3 はともに $1.0 \times 10^5 \Omega$ の抵抗である。 $C_1 \sim C_3$ はすべて極板面積 $S [\text{m}^2]$, 極板間距離 $d [\text{m}]$ の平行板コンデンサーであり, C_1 には, 図のように極板間にすき間なく比誘電率 ϵ_r の誘電体がはさまれている。それ以外の極板間は真空とする。

最初, 2 つのスイッチ S_1, S_2 は, 両方とも開いており, すべてのコンデンサーは充電されていないものとする。真空の誘電率(電気定数)を $\epsilon_0 [\text{F/m}]$ とする。なお, 導線部分に抵抗はないものとする。また, 解答にあたり, 整数と扱う場合を除き数値はすべて有効数字 2 桁として扱うものとする。解答欄の〔 〕内には単位を書くこと。

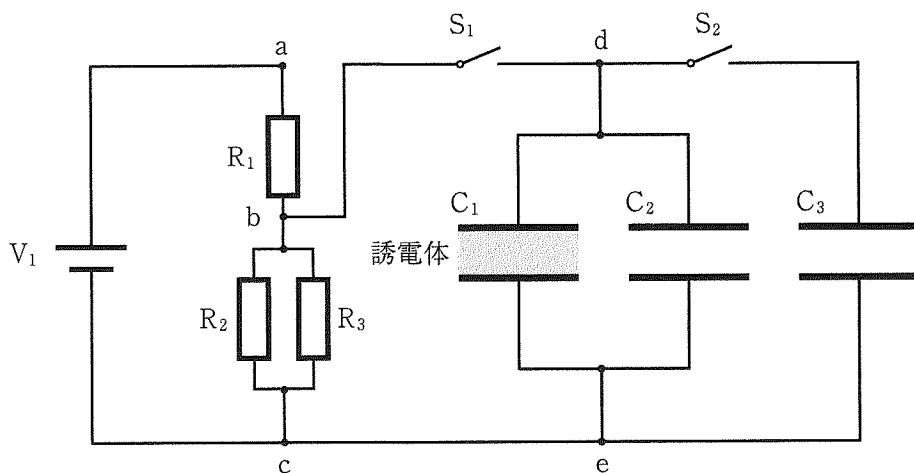


図 2-1

問 1 ac 間の合成抵抗 R_{ac} を数値で答えよ。

問 2 bc 間の電位差 V_{bc} ($V_{bc} > 0$) を数値で答えよ。

問 3 R_2 で 1 秒間に発生するジュール熱 P を数値で答えよ。

問4 de間の合成容量 C_{de} を，記号 S ， d ， ϵ_r ， ϵ_0 を用いて答えよ。

問5 図2-1の状態から，まず， S_1 を閉じ， C_1 および C_2 に充電するために十分な時間をおいた。次の(1)，(2)に答えよ。

(1) ab間の電位差を V_{ab} ($V_{ab} > 0$)，ac間の電位差を V_{ac} ($V_{ac} > 0$) とする。また， C_1 の電気容量を C_1 として， C_1 に蓄えられた電荷 Q_1 を記号 V_{ab} ， V_{ac} ， C_1 を用いて答えよ。

(2) C_1 に蓄えられた電気エネルギー U_1 を記号 Q_1 ， V_{ab} ， V_{ac} を用いて答えよ。

問6 問5の状態から再び S_1 を開き，さらに，その後 S_2 を閉じ， C_1 ， C_2 ， C_3 間で電荷が移動するのに十分な時間をおいた。 $\epsilon_r = 4.0$ として， S_2 が閉じられた状態での de間の電位差 V_{de} ($V_{de} > 0$) を数値で答えよ。

B 図2-2のような回路を考える。図に描かれている V_2 は電圧 100 V の直流電源、 R_4 は $50\ \Omega$ の抵抗、 C_4 は電気容量 $0.10\ \mu\text{F}$ のコンデンサー、 L は自己インダクタンス $20\ \text{mH}$ のコイルである。最初、スイッチ S_3 は f 側に接続されており、 C_4 は十分に充電されていた。その後、 S_3 を g 側に接続した。解答にあたり、整数と扱える場合を除き数値はすべて有効数字 2 桁として扱うものとする。解答欄の〔 〕内には単位を書くこと。

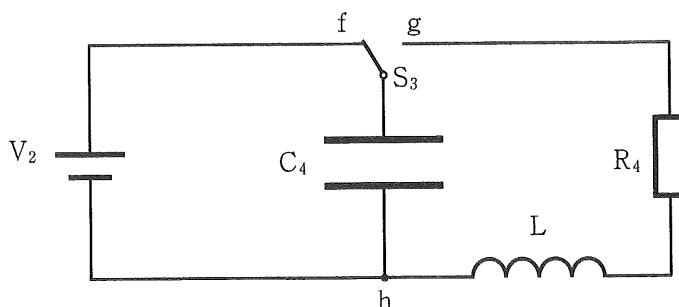


図 2-2

問7 このときできる閉回路内では、 C_4 と L の間でエネルギーのやりとりが行われる。 S_3 を g 側に接続した瞬間を $t = 0\ \text{s}$ とし、その後の gh 間の電位差 V_{gh} の時間変化を表すグラフの概形として最も適切なものを次ページの図 2-3 の (a)～(f) から選び、記号で答えよ。また、 V_{gh} が選択した概形のグラフとなる現象をなんと呼ぶか答えよ。

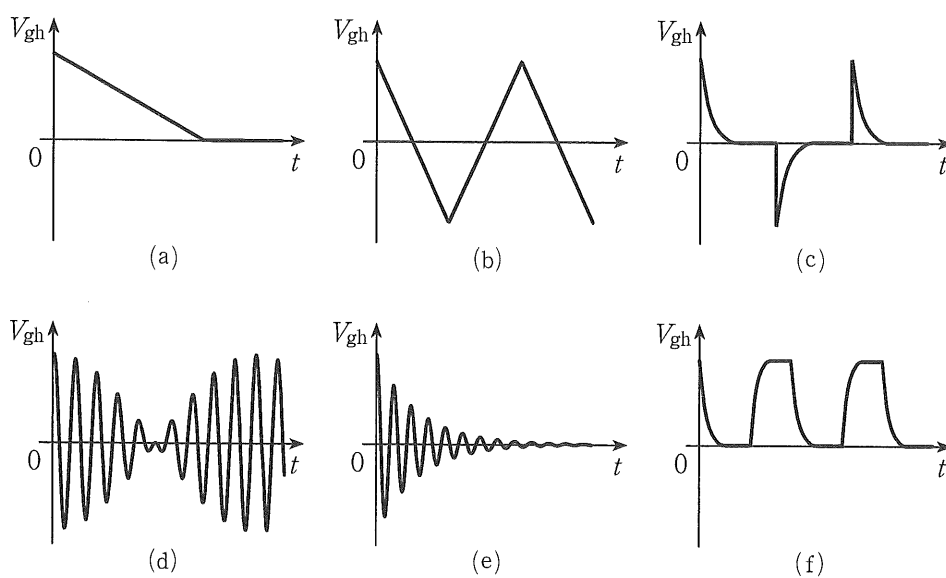


図 2-3

問 8 S_3 を g 側に接続したあと、十分な時間が経過したのち、 R_4 で発生したジュール熱 E を、与えられた数値のうち必要なものを用いて計算せよ。

3 次の文章 A, B, C を読み, 設問の答を解答欄に記入せよ。

A 図 3-1 は, x 軸上を正の向きに進む周期 2.0 s の正弦波の時刻 $t = 0.0\text{ s}$ での波形を表している。ただし, 横軸が位置 $x[\text{m}]$, 縦軸が媒質の変位 $y[\text{m}]$ である。

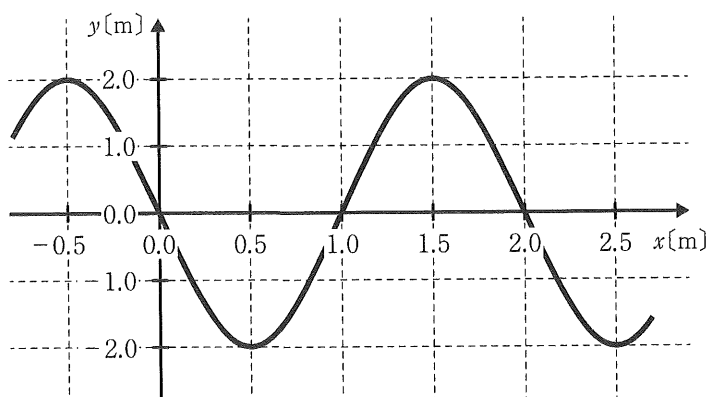


図 3-1

問 1 $0.0\text{ m} \leq x \leq 2.0\text{ m}$ の範囲で, この波の $t = 0.5\text{ s}$ での波形を図示せよ。

問 2 $0.0\text{ s} \leq t \leq 2.0\text{ s}$ の範囲で, この波の $x = 0.0\text{ m}$ の位置での媒質の振動のようすを図示せよ。ただし, 横軸を時間 $t[\text{s}]$, 縦軸を媒質の変位 $y[\text{m}]$ とする。

- B 図3-2のように、平面波が媒質1から媒質2へ伝わり境界面で屈折した。ただし、入射角を i 、屈折角を r 、この波の媒質1における速さを v_1 [m/s]、振動数を f_1 [Hz]とする。このとき、媒質2における波の振動数は(ア) [Hz]である。また、媒質1に対する媒質2の屈折率を n とすると、媒質2におけるこの波の速さは(イ) [m/s]、媒質2におけるこの波の波長は(ウ) [m]となる。

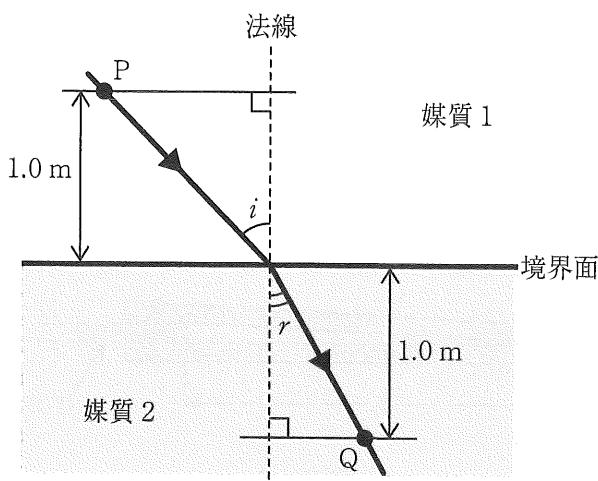


図3-2

- 問3 Bの文章中の空欄(ア)～(ウ)に入る適切な答を、 f_1 、 v_1 、 n のうち必要な記号を用いて答えよ。
- 問4 図3-2において、入射角が $i = 45^\circ$ 、屈折角が $r = 30^\circ$ 、この波の媒質1における速さが $v_1 = 2.8$ m/s、振動数が $f_1 = 20$ Hzであった。媒質1における波長 λ_1 [m]、媒質1に対する媒質2の屈折率 n 、および媒質2における波の速さ v_2 [m/s]を、それぞれ数値で求めよ。ただし、 $\sqrt{2} = 1.4$ 、 $\sqrt{3} = 1.7$ として、有効数字2桁で計算せよ。
- 問5 このとき、この波が、図3-2のように媒質1において境界面から垂直に1.0 mだけ離れた点Pから、媒質2において境界面から垂直に1.0 mだけ離れた点Qまで進むのに要する時間 T [s]を求めよ。ただし、解答欄には答を導く計算過程も示し、 $\sqrt{2} = 1.4$ 、 $\sqrt{3} = 1.7$ として、有効数字2桁で計算せよ。

C 図3-3のように、空气中で2枚の透明で平坦なガラス板の左端を密着させ、右端に料理用のアルミニウム箔をはさんでくさび形の空気層をつくり、真上から単色光をあて上から見たところ、等間隔の明暗の縞模様^{しま}が観察された。この縞模様は、ガラス板の間にできたくさび形の空気層の下面で反射する光と、空気層の上面で反射する光との干渉によるものである。ただし、ガラス板の左端からアルミニウム箔までの距離を L 、隣り合う明線の間隔を l 、アルミニウム箔の厚さを d 、単色光の波長を λ とし、空気の屈折率を 1.0 とする。

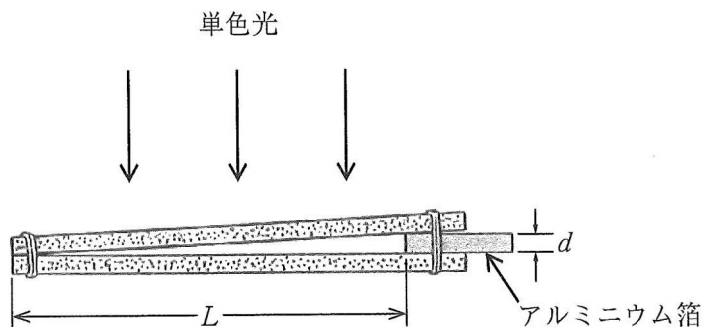


図3-3

また、図3-3を拡大して隣り合う2つの明線について考えると、隣り合う明線の位置でのガラス板の高さの差を Δd として、図3-4のようになる。

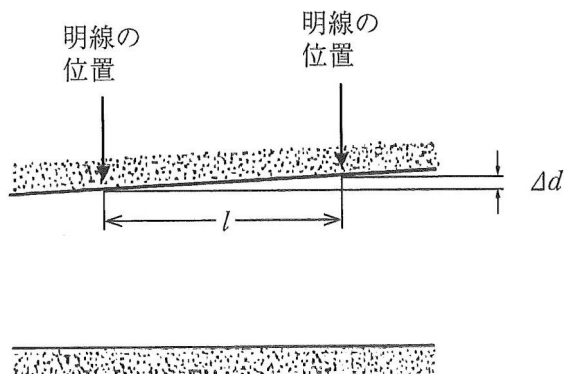


図3-4

したがって、図3-3と図3-4を利用して、アルミニウム箔の厚さ d を求めることができる。

問6 隣り合う明線の位置での光の経路差が1波長となることから、 Δd を λ を用いて表せ。

問7 図3-3と図3-4における三角形の相似を利用して、 L 、 d 、 l 、 λ の間の関係を式で示せ。

問8 左端から20番目と30番目の明線の間隔が20 mmであったとき、隣り合う明線の間隔 l を有効数字2桁で求めよ。解答欄の〔 〕の中に単位を記入せよ。

問9 $L = 10.0 \text{ cm}$ 、 $\lambda = 6.0 \times 10^{-7} \text{ m}$ のとき、問7および問8の結果を使って、アルミニウム箔の厚さ d を有効数字2桁で求めよ。ただし、解答欄には答を導く計算過程および〔 〕の中に単位を記入せよ。

問10 この実験以外の方法でアルミニウム箔の厚さを測定する方法を考え、その方法の1つについて簡潔に説明せよ。