

2023年度 入学試験問題(前期日程)

理 科

(物理基礎・物理)

教 育 学 部：学校教育教員養成課程(科学技術教育コース)

理 工 学 部：数学物理学科(理科受験)、情報科学科、生物科学科、化学生命理工学科、
地球環境防災学科

医 学 部：医学科

農林海洋科学部：農林資源科学科(フィールド科学コース)

問題冊子 問題…… 1 ～ 3 ページ…… 1～3

解答用紙…… 5枚(白紙を除く)

下書用紙…… 1枚

教 育 学 部：試験時間は90分、配点は表示の0.5倍とする。

理 工 学 部：試験時間は90分、配点は表示の2倍とする。

医 学 部：試験時間は120分(2科目解答)、配点は表示の0.75倍とする。

農林海洋科学部：試験時間は90分、配点は表示の通りとする。

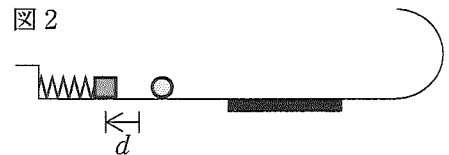
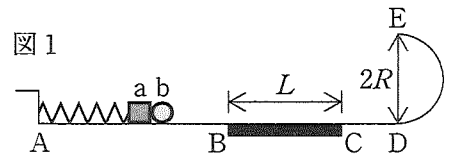
注 意 事 項

1. 試験開始の合図まで、この問題冊子を開かないこと。
2. 試験中に、問題冊子・解答用紙の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁及び下書用紙の不備等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせること。
3. 各解答用紙に受験番号を記入すること。
なお、解答用紙には、必要事項以外は記入しないこと。
4. 解答は、必ず解答用紙の指定された箇所に記入すること。
5. 解答用紙の各ページは、切り離さないこと。
6. 配付された解答用紙は、持ち帰らないこと。
7. 試験終了後、問題冊子、下書用紙は持ち帰ること。
8. 試験終了後、指示があるまでは退室しないこと。

1

図1に示すような、滑らかな面 AB, CE を有する台上における物体の運動について考える。AD 間は水平面、DE 間の形状は鉛直に直径 $2R$ [m] を有する半円である。また、長さ L [m] の区間 BC は粗い面となっている。はじめに、点 A にばね定数 k [N/m] のばねの一端を台に固定し、他端に質量 M [kg] の物体 a を取り付け、ばねが自然長の状態で物体 a に接するように質量 m [kg] の物体 b ($m < M$) を置いた。物体 a, b の大きさ、ばねの質量、空気抵抗は無視できるものとする。また、物体 a と物体 b の間のはねかえり係数を e 、物体 b と面 BC 間の動摩擦係数を μ' 、重力加速度の大きさを g [m/s²] とする。このとき、計算過程を含めて、以下の問いに答えよ。(70 点)

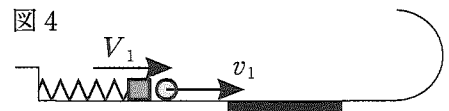
問 1. 図2に示すように物体 a を左に押し、ばねを d [m] だけ縮め、静かに手を離した。この時、物体 b に衝突する直前(図3)の物体 a の速さ V_0 [m/s] を求めよ。



問 2. 物体 a が物体 b に衝突した直後(図4)におけるそれぞれの速さ V_1 [m/s], v_1 [m/s] を求めよ。



問 3. 衝突直後に物体 a は AB 間で単振動を始めた。その振幅 X [m] を求めよ。



問 4. 物体 b は回転せずに区間 BC を通過した。区間 BC を通過後(図5)の物体 b の速さ v_2 [m/s] を求めよ。



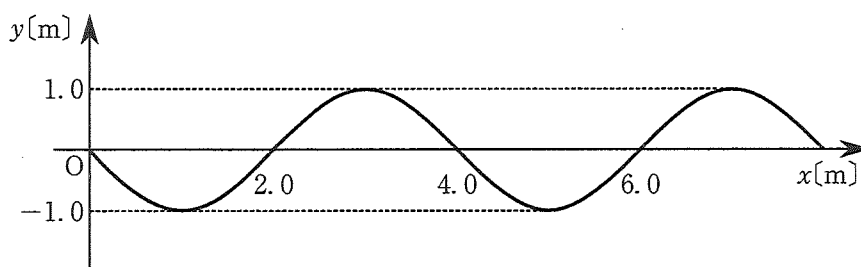
問 5. 物体 b は区間 DE を面から離れずに通過した(図6)。このときに、点 E を通過する際の速さ v_3 [m/s] が満たすべき条件を示せ。また、その条件を満たす v_2 の最小値を求めよ。



問 6. 物体 b が点 E を通過する瞬間に、ばねが最も伸びたとする。そして、物体 b が水平面 AD に着地したときに物体 a がちょうど 1 往復した。そのときの k を R, M を含む形で求めよ。

2

下図は、 x 軸の正の向きに進む正弦波の時刻 $t = 0$ [s] における波形(変位を y [m] とする)を示している。計算過程を含めて、以下の各問いに答えよ。(65 点)

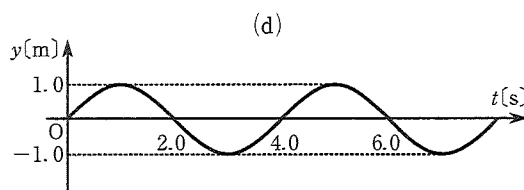
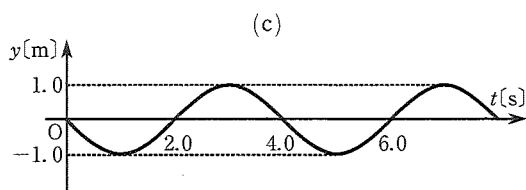
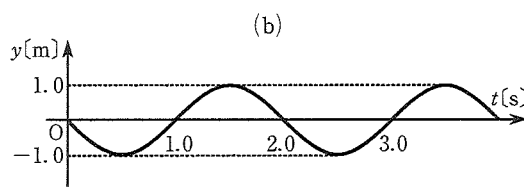
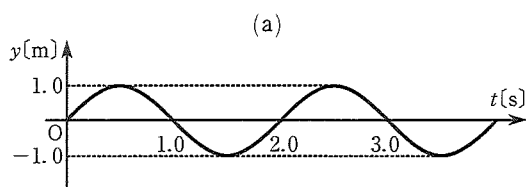


問 1. 図から、この波の振幅 A [m] と波長 λ [m] を求めよ。

問 2. 時刻 $t = 2.0$ [s] に、初めて時刻 $t = 0$ [s] のときの波形と完全に重なった。この条件を満たす波の速さ v [m/s] を求めよ。

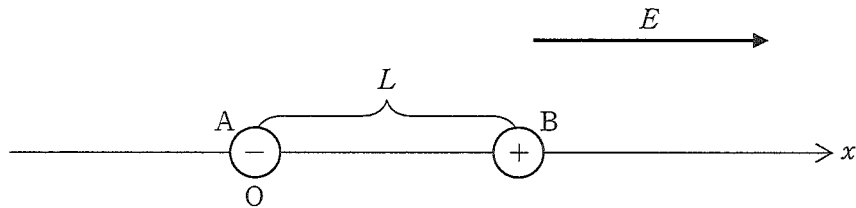
問 3. 問 2 の速さを持つときの波の周期 T [s] を求めよ。

問 4. 問 2 の速さを持つとき、原点 O における波の変位 y と時刻 t との関係を表すグラフとして適切なものを、次の(a)~(d)から選択せよ。また、その理由を述べよ。



問 5. 以上で求めた波長と周期の数値を用いて、時刻 t [s] の位置 x [m] におけるこの正弦波の位相を式で表せ。

- 3 真空中で、一定かつ一様な電場を強さ $E[\text{N/C}]$ で x 軸の正方向にかけておき、そこに二つの点電荷を注入する。図のように、はじめに、原点 O には負の電気量 $-Q[\text{C}]$ をもつ点電荷 A が固定されており、 x 軸上原点から正方向(右向き)に距離 $L[\text{m}]$ だけ離れた地点には正の電気量 $+Q[\text{C}]$ 、質量 $m[\text{kg}]$ をもつ点電荷 B が固定されている。点電荷 B のみ静かに固定を解除したところ、 x 軸上右向きに直線運動を始めた。真空中のクーロンの法則の比例定数を $k_0[\text{N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2]$ とする。重力の影響は無視できるものとし、計算過程を含めて、以下の問いに答えよ。(65点)



- 問 1. 固定を解除した後の点電荷 B の運動方程式を書け。ここで、点電荷 B の位置と加速度をそれぞれ $x_B[\text{m}]$ 、 $a_B[\text{m/s}^2]$ とする。ただし、加速度は右向き正とする。また、固定を解除した時点で右向きに運動するために電場の強さ E が満たすべき条件を、 Q 、 L を含む不等式で表せ。
- 問 2. 点電荷 B が右向きに運動を続け、原点から $D[\text{m}]$ 離れた地点 P に到達した。この瞬間における点電荷 B の速さ $v_B[\text{m/s}]$ を、 m 、 Q 、 E 、 D 、 L を含めて表せ。
- 問 3. 点電荷 B が地点 P に達したと同時に、かかっていた一定かつ一様な電場の強さをゼロにした。その後、点電荷 B が原点に近づくことなく右向きに運動し続けるために距離 D が満たすべき条件を、 Q 、 E 、 L を含む不等式で表せ。
- 問 4. 問 3 で電場の強さをゼロにしたのち、点電荷 B は右向きに運動し続け、やがて速さが一定値 $v_0[\text{m/s}]$ に近づいた。このとき、質量 m を、 v_0 、 Q 、 E 、 D 、 L を含めて表せ。

以下白紙

