北海道大学

一般　前期

H―23　Ⓐ

理　　科

15：00～17：00

解　答　上　の　注　意

1. 試験開始の合図があるまで，この問題紙を開いてはならない。
2. 問題紙は 40 ページある。このうち，「物理」は 2 ～ 7 ページ，「化学」は 8 ～18 ページ,「生物」は 19～33 ページ,「地学」は 34～40 ページである。
3. 「物理」，「化学」，「生物」，「地学」のうちから，あらかじめ届け出た 2 科目について解答せよ。各学部・系・群・専攻の必須科目（◎印）と選択科目（○印）は下表のとおりである。

学部・系・群・専攻 ＼ 科目	総合入試					学部別入試								
	理系					医学部						歯学部	獣医学部	水産学部
							保健学系							
	数学重点選抜群	物理重点選抜群	化学重点選抜群	生物重点選抜群	総合科学選抜群	医学系	看護学専攻	放射線技術科学専攻	検査技術科学専攻	理学療法学専攻	作業療法学専攻			
物理	○	◎	○	○	○	○	○	◎	○	○	○	○	○	○
化学	○	○	◎	○	○	○	○	○	◎	○	○	○	○	○
生物	○	○	○	◎	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
地学	○	○	○	○	○									○

4. **受験する科目のすべての解答用紙には，受験番号および座席番号（上下 2 箇所）を，監督員の指示に従って，指定された箇所に必ず記入せよ。**
5. 解答はすべて解答用紙の指定された欄に記入せよ。
なお，選択問題がある科目については，問題文の指示に従うこと。
6. 必要以外のことを解答用紙に書いてはならない。
7. 問題紙の余白は下書きに使用してもさしつかえない。
8. 下書き用紙は回収しない。

◇M11（779―92）

物　　　理

1　次の文章の $\boxed{(1)}$ から $\boxed{(11)}$ に適切な数式を入れ，また $\boxed{(a)}$ には，問題末尾の選択肢欄から適切なものを選び，記号で答えよ。重力加速度の大きさを g〔m/s^2〕とする。また，空気抵抗は無視できるものとする。

問 1　図1のように，点Oを通る水平面上に x 軸をとり，鉛直上向きに y 軸をとる。点Oより距離 H〔m〕だけ上の点Pから，質量が m_A〔kg〕で大きさの無視できる物体Aを，x-y 平面内で x 軸の正の向きより角 θ だけ上向きに，速さ v_A〔m/s〕で投げ上げた。ここで $0° < \theta < 90°$ とする。物体Aの運動エネルギーは投射直後 $\boxed{(1)}$〔J〕であり，点Pでの物体Aの重力による位置エネルギーは点Oでの位置エネルギーより $\boxed{(2)}$〔J〕だけ大きい。物体Aはその後 x 軸上の点Qに到達した。到達時の速さは $\boxed{(3)}$〔m/s〕である。

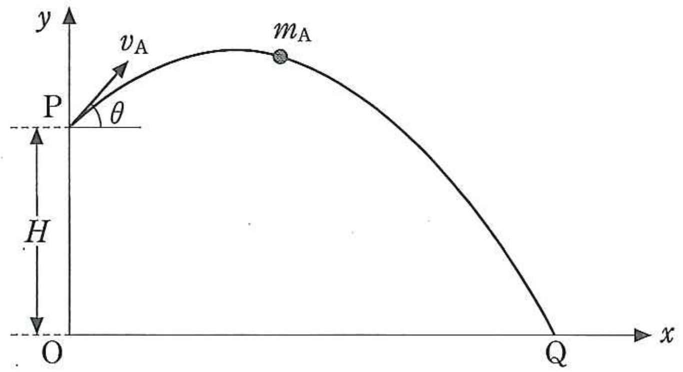

図1

問 2　次に，図 2 のように時刻 0 に点 P から物体 A を 0 でない速さ v_A で x 軸の正の向きに投げた。同じ時刻に，点 O より x 軸の正の向きに距離 L〔m〕だけ離れた点 R から，質量が m_B〔kg〕で大きさの無視できる物体 B を，速さ v_B〔m/s〕で鉛直上向きに投げ上げた。時刻 t〔s〕で，物体 A から見た物体 B の相対速度の x 成分は $\boxed{\quad(4)\quad}$〔m/s〕であり，y 成分は $\boxed{\quad(5)\quad}$〔m/s〕である。また，物体 A から見た物体 B の運動を考えると，その軌跡は $\boxed{\quad(a)\quad}$ となる。

このあと物体 A と物体 B が衝突した。物体 A と物体 B の座標が一致することより，衝突する時刻は v_A を用いて $\boxed{\quad(6)\quad}$〔s〕と表され，v_B は $\boxed{\quad(7)\quad}$〔m/s〕でなければならない。衝突直前の物体 B の速度の y 成分は v_A を用いて $\boxed{\quad(8)\quad}$〔m/s〕と表され，L を変化させると $L=$ $\boxed{\quad(9)\quad}$〔m〕を境に $\boxed{\quad(8)\quad}$ の符号が変わる。このときの L の値を L_0〔m〕とする。

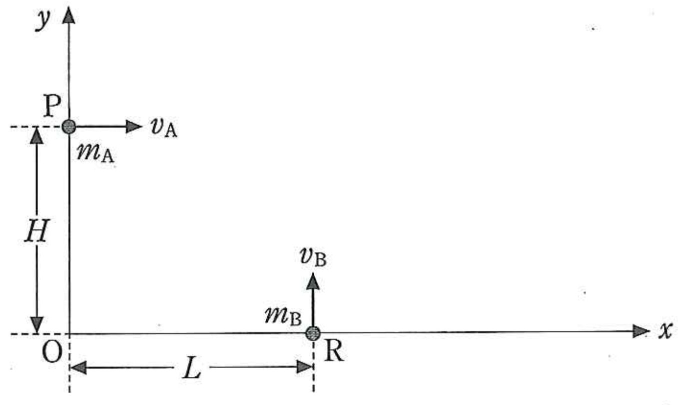

図 2

問 3　以下では $L = L_0$ である場合を考える。衝突後，物体 A と物体 B は一体となった。衝突直後の速さは，物体 A の衝突直前の速さ v〔m/s〕および m_A，m_B を用いて $\boxed{\quad(10)\quad}$〔m/s〕と表される。物体 A と物体 B の運動エネルギーの和は，この衝突で減少する。この減少量は v，m_A，m_B を用いて $\boxed{\quad(11)\quad}$〔J〕と表される。

$\boxed{\quad(a)\quad}$ の選択肢

(ア)　直　線	(イ)　放物線	(ウ)　双曲線
(エ)　円　弧	(オ)　楕円の一部	

2 以下の文章中の $\boxed{}$ に適切な数式を入れよ。

問 1 図1のように，電圧 E〔V〕の電池，スイッチ，および平行板コンデンサーが直列に接続された電気回路を考える。このコンデンサーの極板間は真空で，また極板の間隔は変えることができる。コンデンサーの各々の極板の面積を S〔m^2〕，真空の誘電率を ε_0〔F/m〕とする。スイッチは最初開いており，そのとき各極板には電気量が蓄えられていなかった。なお，コンデンサーの極板の端における電界(電場)の乱れは無視できるものとする。

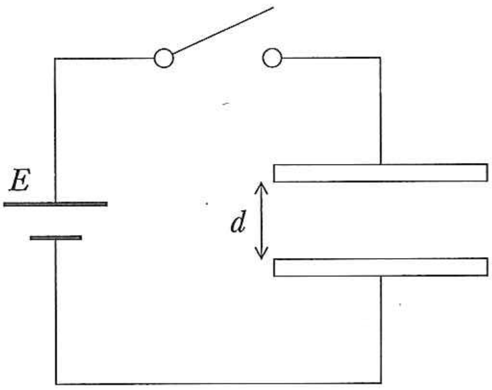

図 1

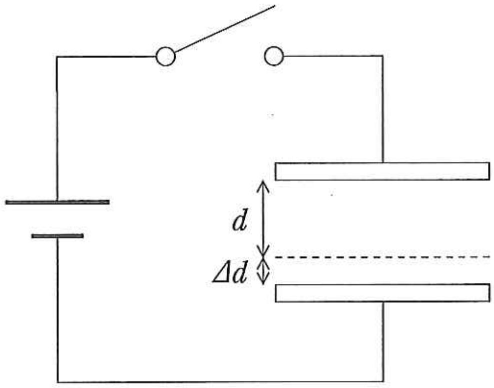

図 2

極板間隔が d〔m〕であるとき，コンデンサーの電気容量は $\boxed{(1)}$〔F〕である。間隔が d のままスイッチを閉じ，その後じゅうぶんな時間が経過した。このときコンデンサーには，電気量 $\boxed{(2)}$〔C〕および静電エネルギー $\boxed{(3)}$〔J〕が蓄えられている。

この後，スイッチを開いた。そして，図2のようにコンデンサーの極板間隔を Δd〔m〕だけゆっくりと広げた。この間に，コンデンサーの静電エネルギーは $\boxed{(4)}$〔J〕だけ増えた。したがって，極板間の引力の大きさは $\boxed{(5)}$〔N〕であることがわかる。

問 2　図3のように，電気容量がそれぞれ C_1〔F〕，C_2〔F〕，C_3〔F〕の3つのコンデンサー，電圧 E〔V〕の電池，およびスイッチ S_1，S_2 からなる回路を考える。最初，両方のスイッチは開いていた。このとき，コンデンサー C_1 と C_2 には電気量が蓄えられていなかったが，C_3 の上側の極板には $+Q_0$〔C〕，下側の極板には $-Q_0$〔C〕の電気量がそれぞれ蓄えられていた。

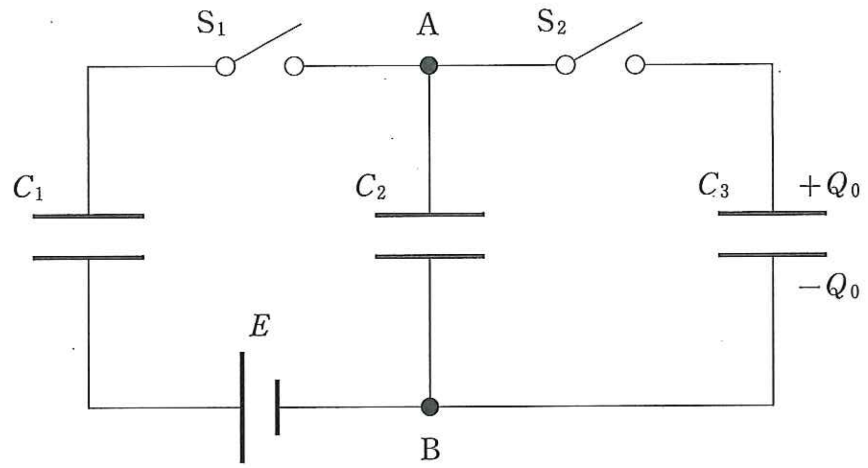

図3

はじめに，スイッチ S_1 のみを閉じて，じゅうぶんな時間を経過させた。このとき，コンデンサー C_1 の上側の極板に蓄えられた電気量は $\boxed{(6)}$〔C〕となる。また，図中の点Aと点Bの間の電位差は $\boxed{(7)}$〔V〕となる。

次に，スイッチ S_1 を閉じたままスイッチ S_2 も閉じて，じゅうぶんな時間を経過させた。このとき，コンデンサー C_1，C_2，C_3 の図における上側の極板に蓄えられている電気量を，それぞれ Q_1〔C〕，Q_2〔C〕，Q_3〔C〕とする。これら3つの電気量を求めるために，3つの方程式が必要である。まず電気量 Q_1，Q_2，Q_3 と Q_0 の間の関係は $Q_0 = \boxed{(8)}$ である。これが第1の方程式となる。さらに，回路中の各点における電位を考えると，残る2つの方程式として $\boxed{(9)}$ ならびに $\boxed{(10)}$ が得られる。これらを連立させて Q_2 と Q_3 を消去すると，$Q_1 = \boxed{(11)}$〔C〕と求めることができる。

3 以下の文章中の $\boxed{(1)}$ から $\boxed{(9)}$ に適切な数式または等式を入れ，$\boxed{(a)}$ と $\boxed{(b)}$ には，図3の選択肢から適切な向きを選び記号で答えよ。

問 1 図1は，波長 λ_1〔m〕，周期 T_1〔s〕の水面波を上から見たものである。この波は，y 軸に平行な山と谷の波面を持つ平面波として $+x$ 方向に進んでいる。その上空に観測者がいて，波を見ていた。

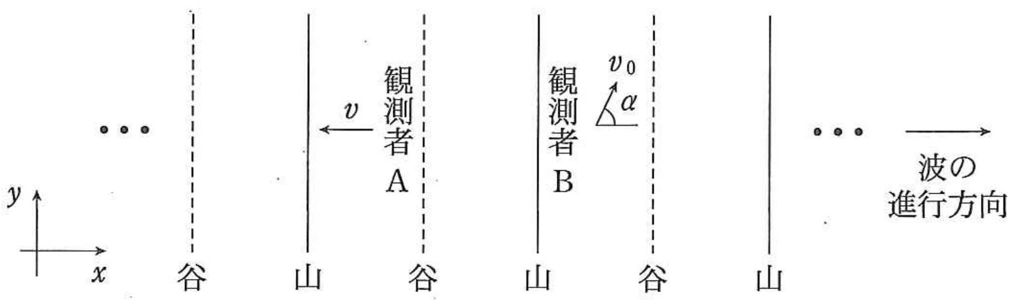

図1

観測者Aが $-x$ 方向に速さ v〔m/s〕で進んでいた。波の速さが $\boxed{(1)}$〔m/s〕なので，観測者Aが波の山の上から次の山の上に来るまでにかかる時間(観測者Aから見た周期)は $\boxed{(2)}$〔s〕となる。

次に，観測者Bが $+x$ 方向から反時計回りに角度 α（$0° \leqq \alpha < 90°$）の向きに速さ v_0 で進んだところ，観測者Bからは波が止まって見えた。このときの速さは $v_0 = \boxed{(3)}$〔m/s〕である。

問 2 図2のように，水深の異なる領域ⅠとⅡが直線を境界として接している。領域Ⅰを進んでいた波長 λ_2〔m〕，速さ c〔m/s〕の平面波が，境界に入射角 θ で入射し，屈折した。領域Ⅱにおける波の速さが c'〔m/s〕であるとき，その波長は $\boxed{(4)}$〔m〕となる。屈折角 θ' は関係式 $\boxed{(5)}$ により決まる。

次に図3のように，境界を平らな壁とし，同じ入射角 θ の波を反射させた。このとき，反射波は入射波と同じ速さで $\boxed{(a)}$ の向きに進む。したがって，入射波と反射波の山の波面が交差する点Aは，$\boxed{(b)}$ の向きに動く。

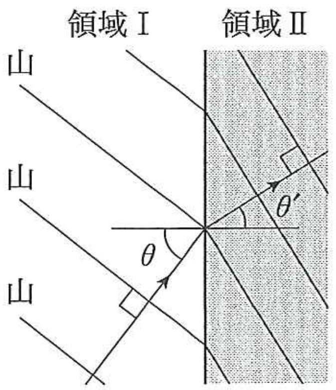

図2

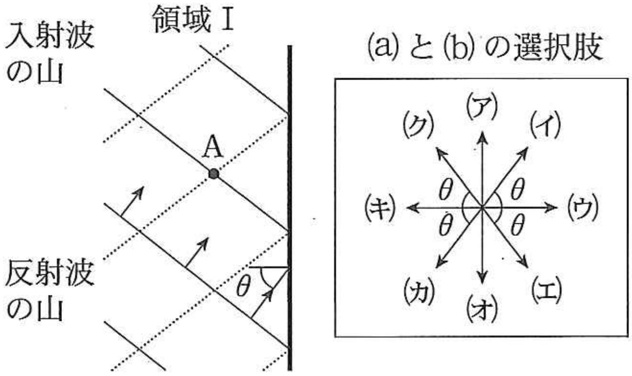

図3

問 3 図4のように，2つのスリットを持つ平らな壁に，波長 λ_3〔m〕の水面波が入射角 θ_3 で入射した。波は各スリットから壁の右側に球面波として広がった。各スリットの幅は狭く，以下では幅を無視する。なお，2つのスリットの間隔は d〔m〕で，壁の両側で波の速さは等しいものとする。

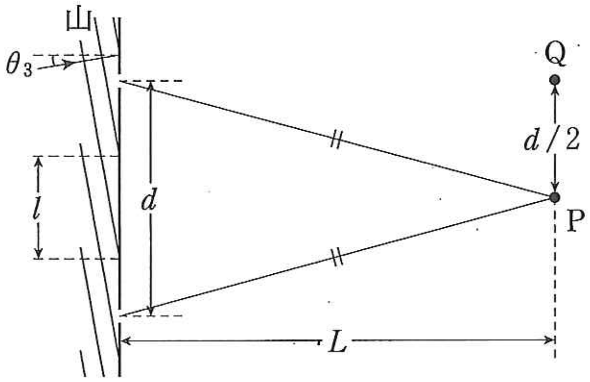

図4

壁の右側で2つのスリットから等しい距離にある点Pを考える。壁に達した入射波の隣り合う山と山の壁に沿った距離 l〔m〕が $\boxed{\quad(6)\quad}$〔m〕であることから，点Pで2つの球面波が弱め合うためには，m を0以上の整数として，スリットの間隔を $d = \boxed{\quad(7)\quad}$〔m〕とする必要がある。このとき，図のように，壁と平行で点Pを通る直線上にあり，点Pからの距離が $d/2$ の点をQとすると，点Qでは波が弱め合っていた。線分PQ上に波が弱め合う点が，点PとQ以外に n 個あるとき，点Pと壁の距離 L〔m〕と d，λ_3，n の間の関係は $\boxed{\quad(8)\quad}$ となる。これより，$L = \boxed{\quad(9)\quad}$〔m〕と求めることができる。