平成22年度学力検査問題

理　　　科

	ページ		ページ	(解答用紙枚数)	
物　理	1	～	9	2	枚
化　学	10	～	21	3	枚
生　物	22	～	37	2	枚

○志望学部別，科目選択方法及び解答時間

志望学部	科　目　選　択　方　法	解答時間
医　学　部	物理，化学，生物から2科目選択すること。	2時間30分
工　学　部	物理，化学から1科目選択すること。 ただし，第1・第2志望にかかわらず電気電子工学科を志望する場合は，物理を選択すること。	1時間30分
生物資源学部	物理，化学，生物から1科目選択すること。	1時間30分

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. 本冊子のページ数は上記のとおりである。落丁，乱丁，印刷不鮮明の箇所などがある場合は申し出ること。
3. 解答はすべて**別紙解答用紙のそれぞれの解答欄**に記入すること。
4. あらかじめ届け出た科目について解答すること。
5. 解答用紙の指定された欄(物理の場合は計**4箇所**，化学の場合は計**6箇所**，生物の場合は計**4箇所**)に，忘れずに本学の**受験番号**を記入すること。
6. 試験場内で配布された問題冊子は試験終了後持ち帰ること。

物　　理

1　図1に示すように，表面のあらい平板を水平面とθ〔rad〕($0 < \theta < \frac{\pi}{2}$)の傾斜角をなすように傾け，その上に質量$m$〔kg〕の物体を置いた場合について考える。重力加速度の大きさをg〔m/s^2〕，物体と平板の間の静止摩擦係数をμ，動摩擦係数をμ'($\mu > \mu'$)とする。また，物体の大きさと空気抵抗は無視できるものとする。このとき，以下の文章中の $\boxed{}$ に適切な式あるいは記号を入れなさい。ただし，$\boxed{\text{え}}$ ～ $\boxed{\text{か}}$ については選択肢より適切なものを選び記号で記入しなさい。また，$\boxed{\text{き}}$ については設問の指示に従って記入しなさい。

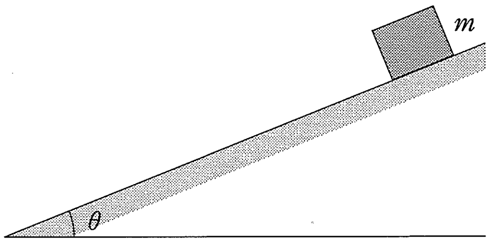


図1

問 1　物体が動き出さないときの最大の傾斜角をθ_0〔rad〕とする。このときの最大摩擦力の大きさF_0〔N〕を，μを含む式で表すと$F_0 =$ $\boxed{\text{あ}}$ 〔N〕である。また，$\tan\theta_0 =$ $\boxed{\text{い}}$ である。ただし，$\boxed{\text{い}}$ の解答ではF_0を用いないこと。

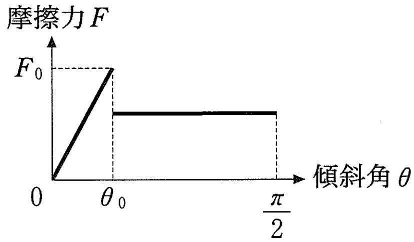
問 2　$\theta > \theta_0$の場合，物体は平板に沿って滑り下りる。このときの加速度の大きさは $\boxed{\text{う}}$ 〔m/s^2〕である。

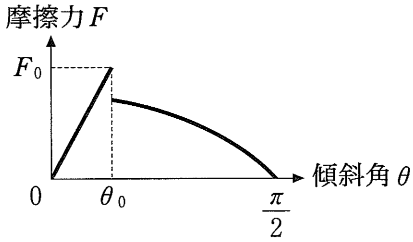
問 3　傾斜角θと物体に働く摩擦力の大きさFとの関係をグラフで示すとき，最も適切なものは $\boxed{\text{え}}$ である。

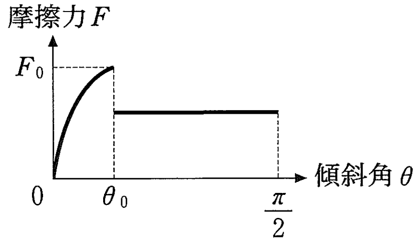
問 4　物体と平板の間の静止摩擦係数が2μ，動摩擦係数が$2\mu'$に変わったとき，物体が動き出さないときの最大の傾斜角をθ_1〔rad〕，最大摩擦力の大きさをF_1〔N〕とする。このとき，θ_0とθ_1の関係について正しいのは $\boxed{\text{お}}$ ，F_0とF_1の関係について正しいのは $\boxed{\text{か}}$ である。

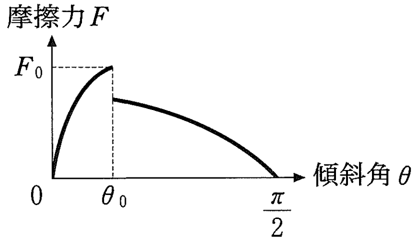
問 5　問４の条件下で，傾斜角θと物体に働く摩擦力の大きさFとの関係の概略を，解答欄 $\boxed{\text{き}}$ にグラフで示しなさい。

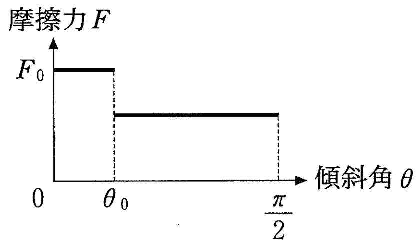
$\boxed{\text{え}}$ の選択肢

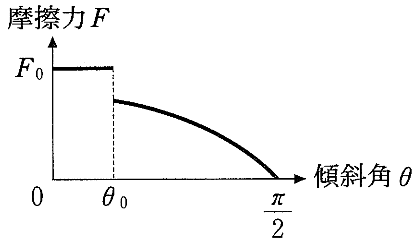
ア


エ


イ


オ


ウ


カ


$\boxed{\text{お}}$ の選択肢

ア　$\theta_1 < \theta_0$　　イ　$\theta_1 = \theta_0$　　ウ　$\theta_1 > \theta_0$

$\boxed{\text{か}}$ の選択肢

ア　$F_1 = \frac{1}{2}F_0$　　イ　$\frac{1}{2}F_0 < F_1 < F_0$　　ウ　$F_1 = F_0$

エ　$F_0 < F_1 < 2F_0$　　オ　$F_1 = 2F_0$

$\boxed{2}$ 図1に示すように，水平面上の点Oから角θ〔rad〕の方向に初速v_0〔m/s〕で小球を投げ出した。小球は，最高点Aに到達した後に，点Oからl〔m〕だけ離れた場所にある鉛直面上の点Bに衝突してはね返り，さらに水平面上の点Cに落下してはね上がった後に最高点Dに到達した。小球の大きさと空気の抵抗は無視できるものとし，重力加速度の大きさをg〔m/s^2〕とする。また鉛直面と水平面はなめらかであり，小球と鉛直面との間のはねかえり係数をe_1($0 < e_1 < 1$)，小球と水平面との間のはねかえり係数をe_2($0 < e_2 < 1$)とする。

以下の文章中の $\boxed{}$ に適切な式あるいは数値を入れなさい。

問 1 投げ出された直後の小球の水平方向の速度は $\boxed{1}$ 〔m/s〕であり，小球が投げ出されてから鉛直面上の点Bに衝突するまでの時間は $\boxed{2}$ 〔s〕である。

問 2 点Aにおける小球の鉛直方向の速度は $\boxed{3}$ 〔m/s〕であり，投げ出されてから点Aに到達するまでの時間は $\boxed{4}$ 〔s〕，点Aの高さh_A〔m〕は $\boxed{5}$ 〔m〕である。

問 3 小球が点Aから点Cに到達するまでの時間は $\boxed{6}$ 〔s〕である。

問 4 点Dの高さ h_D〔m〕は $\boxed{\quad 7 \quad}$ 〔m〕であり，$h_D = \frac{1}{4} h_A$ とすると，はねかえり係数 e_2 は $\boxed{\quad 8 \quad}$ である。

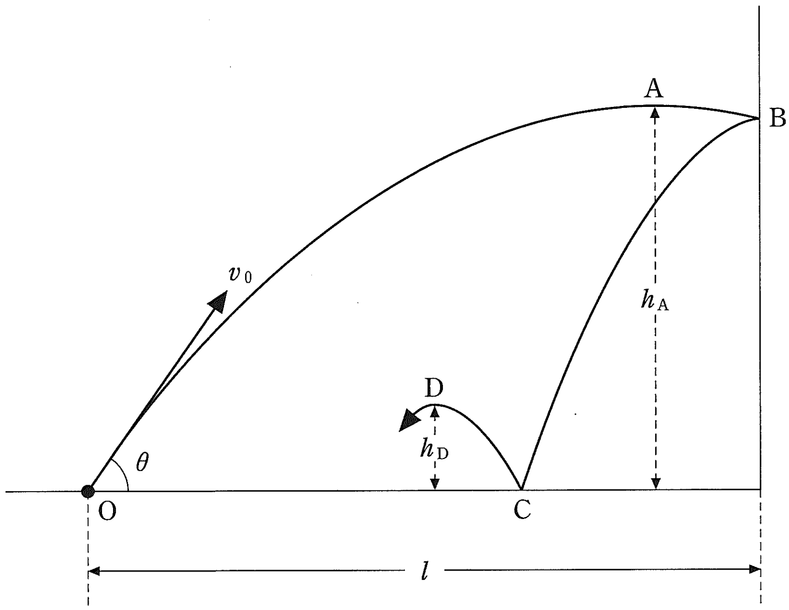


図 1

3 野球場やサッカー場での観客席でよく見られる「ウェーブ」を図1のように単純化し，このウェーブの動きを図2のような2種類の席からなる観客席において考える。図2の観客席は，縦横ともに1mの正方形型(A席)と，縦1m横0.5mの長方形型(B席)から構成されている。領域Ⅰではすべての席がA席，領域Ⅲではすべてが B席である。x軸y軸を図2のように定義すると，領域Ⅱでは，$+x$方向にB席が増えるように配置されている。観客席は満席であるとする。

時刻$t=0$ sでは全員が着席している。$x=1$ mの人は$t=1$ sで瞬時に起立し，$t=2$ sで瞬時に着席する。そして，$t=5$ sで再び瞬時に起立し，$t=6$ sで瞬時に着席する。$x=1$ mの人はこのような周期的な起立と着席を何度も繰り返す。$x=2$ mの人は，$x=1$ mの人が着席すると同時に瞬時に起立し，1秒後，瞬時に着席する。図2は，$t=1$ sと$t=2$ sのときの例であり，起立している人の中心の位置を「●」印で示している。$x=3$ m以降の人も$x=2$ mの人と同様に，$-x$方向の隣の人が着席すると同時に瞬時に起立し，1秒後に瞬時に着席する。

ある時刻において，隣接して起立している人同士を結んだ線を「波面」と定義する。例えば$t=1$ sにおける第1波の波面は$x=1$ mの列に位置する。図中の「●」印を結んだ線が波面である。席の大きさに関わりなくすべての観客席の人は上述の約束事にしたがって，起立と着席を繰り返す。$t=5$ sにおいて$x=1$ mの人が全員起立することによって第2波の波面が$x=1$ mにできる。その間，第1波の波面は右へと移動する。第N波と第$N+1$波の波面間の距離のことを，「波長」と定義する。ただしNは自然数とする。同一人物が起立した時刻と次に起立した時刻との差を「周期」と定義する。十分時間が経過した場合のウェーブについて，以下の文章中の $\boxed{}$ に適切な式あるいは数値を入れなさい。

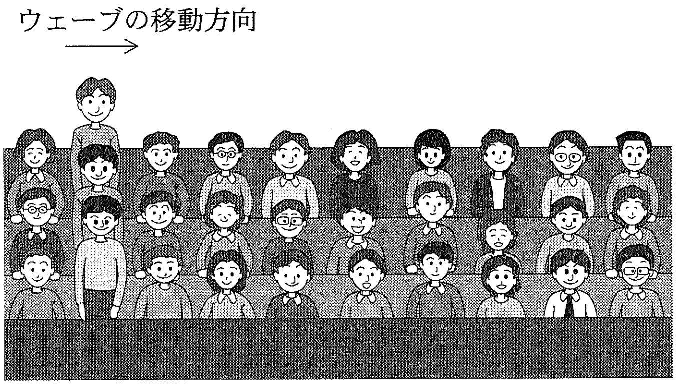


図1

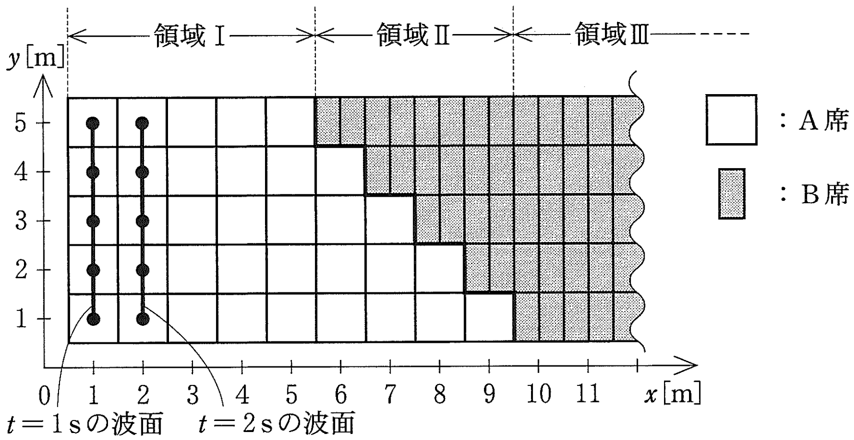


図2

問 1 領域Ⅲでのウェーブの波面の向きは，領域Ⅰでの波面の向きと異なるため，ウェーブは屈折する。領域Ⅲにおける，波面と x 軸とのなす角を θ〔rad〕$\left(0 < \theta < \dfrac{\pi}{2}\right)$ とすると，$\tan\theta =$ $\boxed{\quad A \quad}$ となる。

問 2 領域Ⅲにおける周期は，$\boxed{\quad B \quad}$〔s〕である。

問 3 領域Ⅲにおける隣接する波面間の x 軸方向，y 軸方向の距離をそれぞれ L_x〔m〕，L_y〔m〕とすると，領域Ⅲにおける波長 λ〔m〕は，L_x，L_y を用いて $\boxed{\quad C \quad}$〔m〕と表される。なお，計算過程も示しなさい。

問 4 領域Ⅰ，領域Ⅲにおける波長をそれぞれ λ_1〔m〕，λ〔m〕とすると，$\left(\dfrac{\lambda}{\lambda_1}\right)^2 =$ $\boxed{\quad D \quad}$ である。

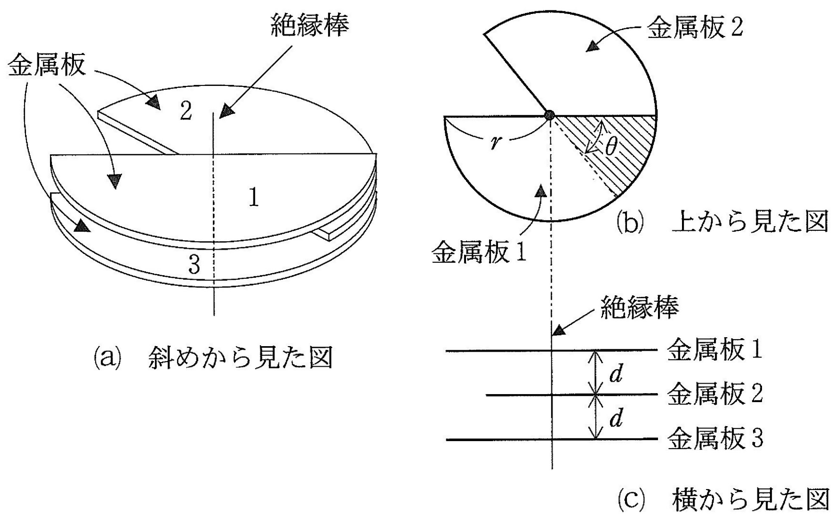
4 図1のように，同じ半径 r〔m〕を有する薄い半円形の平らな3枚の金属板1～3が真空中(誘電率 ε_0〔F/m〕)で d〔m〕の間隔で互いに平行に配置されている。金属板1，3は上から見ると重なる位置関係にあり，金属板2は各金属板を構成する半円の中心を通る太さが無視できる絶縁棒のまわりで金属板1，3に対して回転できるようになっている。つまり，これらの金属板は電気容量を変えられるコンデンサーを形成している。また，金属板1～3からなるコンデンサーの他に，図2のようにスイッチSと，自己インダクタンス L〔H〕のコイルと抵抗値 R〔Ω〕の抵抗が直列に接続された回路と，起電力 E〔V〕の直流電源が設けられている。コンデンサー極板の端の影響や，導線の抵抗は無視できるものとして，以下の文章中の $\boxed{\quad}$ に適切な式あるいは数値を入れなさい。

問1 金属板1，3と金属板2が重なる部分(図1(b)の斜線部分)の円弧の角度を θ〔rad〕($0 < \theta \leqq \pi$)とすると，金属板1と金属板2との間の電気容量は $\boxed{①}$〔F〕となる。

問2 図2のように，金属板1，3が導線で互いにつながれているとき，3枚の金属板が形成するコンデンサーの電気容量は，問1の電気容量の $\boxed{②}$ 倍となる。

問3 金属板1，3と金属板2が重なる部分の円弧の角度 θ を θ_0〔rad〕($0 < \theta_0 \leqq \frac{\pi}{2}$)に調節してスイッチSを電源側の端子bに接続した。十分に時間がたってからスイッチSをコイルと抵抗からなる回路側の端子aに切り替えたあとに流れる電流は振動した。抵抗値 R〔Ω〕の抵抗を含むすべての抵抗が無視できるとき，この電気振動の周波数 f_0〔Hz〕は $f_0 = \boxed{③}$〔Hz〕である。また，抵抗値 R〔Ω〕の抵抗が無視できないとき，電気振動は減衰し，十分に時間がたったあと電流は流れなくなった。このとき抵抗値 R〔Ω〕の抵抗で消費された全エネルギー W〔J〕は，$W = \boxed{④}$〔J〕である。なお，電気振動で回路が失うエネルギーはすべて抵抗値 R〔Ω〕の抵抗で消費されるものとする。

問 4 スイッチSを端子aにつないで十分に時間がたち，電流が流れなくなったあと，スイッチSを再び電源側の端子bに切り替えた。そしてまた十分に時間がたってからスイッチSを電源から切り離した(端子cにつないだ)状態で，金属板1，3と金属板2が重なる部分の円弧の角度θを$2\theta_0$〔rad〕に調節しなおした。このときの金属板1，3と金属板2との間の電圧は，Eを用いて表すと ⑤ 〔V〕である。つぎに，スイッチSを端子aに接続した。このときも,そのあとに流れる電流は振動した。抵抗値R〔Ω〕の抵抗を含むすべての抵抗が無視できるとき，この電気振動の周波数を問3のf_0を用いて表すと ⑥ 〔Hz〕である。また，抵抗値R〔Ω〕の抵抗が無視できないとき，抵抗値R〔Ω〕の抵抗で消費される全エネルギーは問3のWを用いて表すと ⑦ 〔J〕である。なお，電気振動で回路が失うエネルギーはすべて抵抗値R〔Ω〕の抵抗で消費されるものとする。



(a) 斜めから見た図
(b) 上から見た図
(c) 横から見た図

図1

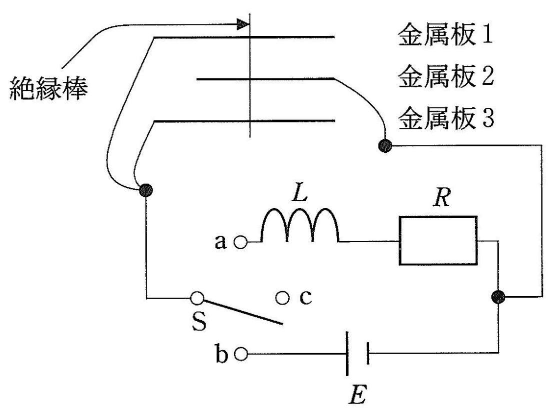


図2

5 図1に示すように，鉛直に設置された断面積 S〔m^2〕のピストンとシリンダーがある。ピストンには質量 m〔kg〕のおもりが載せられている。シリンダー内には単原子分子の理想気体が入っており，この気体の温度は T_0〔K〕，ピストンの高さは H〔m〕であった。シリンダー底部には加熱用ヒーターが組み込まれている。ピストンは内部の気体を漏らすことなくシリンダー内をなめらかに移動でき，ピストンの質量は無視できるものとする。ただし，大気圧を P_0〔Pa〕，重力加速度の大きさを g〔m/s^2〕とし，ピストンおよびシリンダーを通じた熱の出入りはないとする。また，ピストンおよびシリンダーの熱膨張はないものとする。

以下の文章中の $\boxed{}$ に適切な式を入れなさい。

問 1 上記の状態のとき，シリンダー内の圧力は $\boxed{(ア)}$〔Pa〕である。

問 2 ヒーターにより気体をゆっくり加熱したところ，気体の体積が増加しておもりは最初の状態から h〔m〕上昇し静止した。このとき，気体が外部にした仕事は $\boxed{(イ)}$〔J〕で，上昇後の気体の温度は $\boxed{(ウ)}$〔K〕で，気体に加えた熱量は $\boxed{(エ)}$〔J〕である。

問 3 シリンダー内の気体に熱を加え，おもりを持ち上げる操作において，おもりになされた仕事は $\boxed{(オ)}$〔J〕で，熱効率は $\boxed{(カ)}$ である。

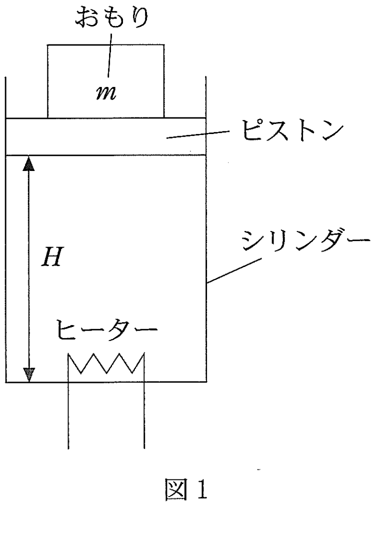


図1