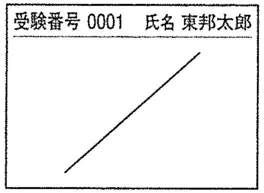
2022－1

医学部医学科理科入試問題

下記の注意事項をよく読んで解答してください。

◎注意事項

1. 生物，物理，化学の３科目から２科目を選択し，解答してください。
2. 解答用紙は，生物１枚(マークシート)，物理１枚(マークシート)，化学１枚(マークシート)となります。
3. 選択しない科目の解答用マークシートには，右上から左下にかけ斜線を引いてください。どの２科目を選択したか，不明確な場合はすべて無効となります。また，選択しない科目の解答用マークシートにも受験番号と氏名を書いてください。

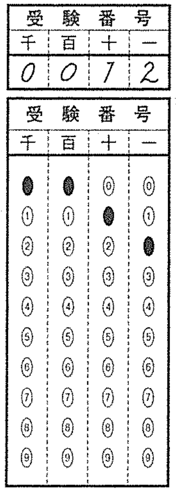


4. 「止め」の合図があったら，上から生物，物理，化学の順に解答用マークシートを重ねて置き，その右側に問題冊子を置いてください。

◎解答用マークシートに関する注意事項

1. 配付された問題冊子，全ての解答用マークシートに，それぞれ受験番号(４桁)ならびに氏名を記入し，解答用マークシートの受験番号欄に自分の番号を正しくマークしてください。
2. マークには必ずＨＢの鉛筆を使用し，濃く正しくマークしてください。
   記入マーク例：良い例
   悪い例
3. マークを訂正する場合は，消しゴムで完全に消してください。
4. 解答用マークシートの所定の記入欄以外には何も記入しないでください。
5. 解答用マークシートを折り曲げたり，汚したりしないでください。

(受験番号のマークの仕方)



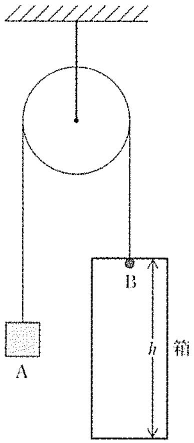
受験番号　　　　　氏　名

・生物の問題は，　1ページから 21 ページまでです。
・物理の問題は，22 ページから 31 ページまでです。
・化学の問題は，32 ページから 49 ページまでです。

物　理

1 次の文章を読み，問１から問６に答えよ。

図のように，なめらかに回る滑車をある位置に固定し，滑車には伸縮しない糸をかけ，糸の両端に質量 m[kg]のおもりＡと質量 $\frac{2}{3}m$[kg]の直方体の箱をつり下げた。はじめ，質量 $\frac{m}{3}$[kg]の小さな物体Ｂを，箱の底から距離 h[m]の高さにある箱の天井に一時的に固定した。このとき，全体はつりあって静止しており，この状態における重力による位置エネルギーの総和を０(ゼロ)とする。ここで，物体Ｂの固定を静かに外したところ，物体Ｂが自由落下すると同時に，おもりＡと箱も運動を始めた。その後，物体Ｂは箱の底に完全非弾性衝突した。以下，すべての運動に関する量は，外部の静止した場所から観測したものとする。なお，直方体の箱の上部と下部の面は常に水平である。滑車と糸の質量は無視でき，糸はたるむことなく十分長いものとする。重力加速度の大きさを g[m/s²]とする。



問１　おもりＡの加速度の大きさはいくらか。ただし，物体Ｂは落下中であり，まだ箱と衝突していないとする。

a．$\frac{g}{6}$　　b．$\frac{g}{5}$　　c．$\frac{g}{3}$　　d．$\frac{2}{5}g$　　e．$\frac{2}{3}g$　　f．$\frac{4}{5}g$

問２　物体Ｂが落下を始めてから箱と衝突するまでの時間はいくらか。

a．$\sqrt{\frac{h}{3g}}$　　b．$\sqrt{\frac{3h}{5g}}$　　c．$\sqrt{\frac{6h}{5g}}$　　d．$\sqrt{\frac{4h}{3g}}$　　e．$\sqrt{\frac{5h}{3g}}$

問３　物体Ｂが箱と衝突する直前のおもりＡの速さはいくらか。

a．$\sqrt{\frac{gh}{15}}$　　b．$\sqrt{\frac{gh}{10}}$　　c．$\sqrt{\frac{gh}{6}}$　　d．$\sqrt{\frac{gh}{3}}$　　e．$\sqrt{\frac{5gh}{6}}$

問４　物体Ｂが箱と衝突した直後の箱の速さはいくらか。

a．0　　b．$\frac{\sqrt{gh}}{9}$　　c．$\sqrt{\frac{gh}{15}}$　　d．$\frac{\sqrt{gh}}{3}$　　e．$\sqrt{\frac{gh}{6}}$　　f．$\sqrt{\frac{2gh}{5}}$

問５　物体Ｂが箱と衝突する直前における力学的エネルギーの総和はいくらか。

a．0　　b．$\frac{mgh}{6}$　　c．$\frac{mgh}{3}$　　d．$\frac{2mgh}{3}$　　e．mgh

f．$-\frac{mgh}{6}$　　g．$-\frac{mgh}{3}$　　h．$-\frac{2mgh}{3}$　　i．$-mgh$

問６　物体Ｂが箱と衝突した直後における重力による位置エネルギーの総和はいくらか。

a．0　　b．$\frac{mgh}{6}$　　c．$\frac{mgh}{3}$　　d．$\frac{2mgh}{3}$　　e．mgh

f．$-\frac{mgh}{6}$　　g．$-\frac{mgh}{3}$　　h．$-\frac{2mgh}{3}$　　i．$-mgh$

2 次の文章を読み，問１から問５に答えよ。

図１のように，水平な円板が点Ｏを中心として上方から見ると反時計回りに角速度ω[rad/s]で回転し，円板の上には質量m[kg]で密度が均一な直方体の物体Ａが置かれている。図２では，円板と物体Ａを上方から見ている。物体Ａは，円板に接する底面の辺の長さをa[m]とb[m]，円板に垂直な方向の辺の長さをh[m]とする。ただし，点Ｏから物体Ａの重心までの水平方向の距離L[m]は物体Ａの各辺よりも十分長いものとし，長さa[m]の２辺は円板の半径方向に平行になっているとみなせる。ここで，半径方向は図２における長さLの線分の方向に等しい。なお，物体Ａと円板の間の静止摩擦係数をμ，重力加速度の大きさをg[m/s^2]とする。円板の水平面は十分に広く，物体Ａは円板から落下することはないものとする。最初の状態では，物体Ａはすべることも倒れることもなく円板とともに運動しているとする。

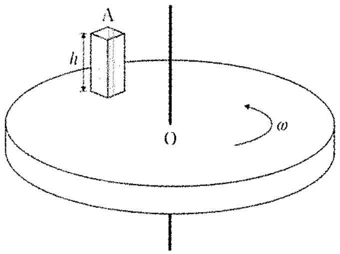


図１

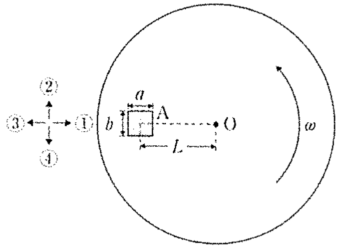


図２

問１　物体Ａにはたらく静止摩擦力の向きはどれか。ただし，図２の位置に物体Ａがあるものとし，図示した矢印①～④から選べ。なお，矢印は向きだけを表し，矢印①と③は半径方向に平行であり，矢印②と④は半径方向と直交する向きをもつ。

ａ．①　　ｂ．②　　ｃ．③　　ｄ．④

問２　物体Ａにはたらく静止摩擦力の大きさはいくらか。

ａ．$mL\omega^2$　　ｂ．$\dfrac{mL^2\omega^2}{a}$　　ｃ．$mL^2\omega^2$　　ｄ．$ma\omega^2$　　ｅ．$\dfrac{\mu mgh}{L}$　　ｆ．$\dfrac{\mu mgL}{b}$

問３　最初の状態からωをゆっくり大きくしてゆく場合，物体Ａが円板上ですべらない条件として適当なものはどれか。ただし，物体Ａは倒れないものとする。

ａ．$\omega \leqq \sqrt{\dfrac{\mu g}{L}}$　　ｂ．$\omega \leqq \sqrt{\dfrac{g}{L}}$　　ｃ．$\omega \leqq \mu\sqrt{\dfrac{g}{L}}$

ｄ．$\omega \leqq \sqrt{\dfrac{\mu g}{a}}$　　ｅ．$\omega \leqq \sqrt{\dfrac{g}{a}}$　　ｆ．$\omega \leqq \mu\sqrt{\dfrac{g}{a}}$

問４　最初の状態からωをゆっくり大きくしてゆく場合，物体Ａが倒れない条件として適当なものはどれか。ただし，物体Ａはすべらないものとする。

ａ．$\omega \leqq \sqrt{\dfrac{\mu g}{h}}$　　ｂ．$\omega \leqq \sqrt{\dfrac{\mu ga}{hL}}$　　ｃ．$\omega \leqq \sqrt{\dfrac{\mu gb}{hL}}$

ｄ．$\omega \leqq \sqrt{\dfrac{g}{h}}$　　ｅ．$\omega \leqq \sqrt{\dfrac{ga}{hL}}$　　ｆ．$\omega \leqq \sqrt{\dfrac{gb}{hL}}$

問５　最初の状態からωをゆっくり大きくしてゆく場合，物体Ａがすべらないで倒れる条件として適当なものはどれか。

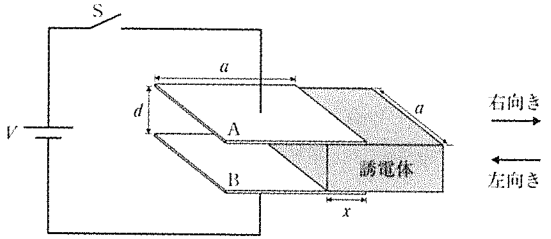
ａ．$\mu > \dfrac{ab}{hL}$　　ｂ．$\mu > \dfrac{2ab}{hL}$　　ｃ．$\mu > \dfrac{a}{2h}$

ｄ．$\mu > \dfrac{a}{h}$　　ｅ．$\mu > \dfrac{a}{L}$　　ｆ．$\mu > \dfrac{2a}{L}$

−15−

3 次の文章を読み，問１から問６に答えよ。

図のように，２枚の極板A，Bを間隔d[m]で配置した平行板コンデンサーがある。２枚の極板はともに正方形であり，１辺の長さはa[m]である。コンデンサーには内部抵抗の無視できる起電力V[V]の電池とスイッチSをつなぎ，誘電体を極板の右端から左端に向かって，極板間にゆっくり挿入する。誘電体は幅と長さがともにa[m]，高さがd[m]の直方体であり，誘電率はε_1[F/m]である。誘電体の挿入位置は，極板の右端から誘電体の左端までの距離x[m]で表す。$x = a$で誘電体は２枚の極板と完全に重なる。ただし，極板と誘電体の間に摩擦はなく，コンデンサーと誘電体は真空中にあるものとし，真空の誘電率をε_0[F/m]とする。ここで，$\varepsilon_1 > \varepsilon_0$である。また，$d$は$a$に比べて十分に小さく，極板や誘電体の端における電場の乱れは無視できるものとする。最初，スイッチSを閉じた状態で十分な時間が経った後，誘電体を挿入する。



問１　誘電体の挿入位置が$x = l$のとき，コンデンサーの電気容量はいくらか。ただし，$l < a$とする。

a．$[\varepsilon_0(a-l)+\varepsilon_1 l]\dfrac{a}{d}$　b．$\varepsilon_0[(a-l)+\varepsilon_1 l]\dfrac{a}{d}$　c．$\dfrac{\varepsilon_1 al}{d}$

d．$[\varepsilon_0 a+\varepsilon_1 l]\dfrac{a-l}{d}$　e．$\varepsilon_0[(a-l)+\varepsilon_1 l]\dfrac{a-l}{d}$

問２　問１の状態から，誘電体をさらに微小距離Δx[m]($\Delta x > 0$)だけ挿入した。この操作をしたことで，コンデンサーに蓄えられる静電エネルギーはどれだけ変化したか。

a．$(\varepsilon_1-\varepsilon_0)\dfrac{l\Delta x}{d}V^2$　b．$(\varepsilon_1-\varepsilon_0)\dfrac{a\Delta x}{d}V^2$　c．$(\varepsilon_0-\varepsilon_1)\dfrac{l\Delta x}{2d}V^2$

d．$(\varepsilon_1-\varepsilon_0)\dfrac{a\Delta x}{2d}V^2$　e．$\dfrac{\varepsilon_1 l\Delta x}{2d}V^2$　f．$(\varepsilon_0-\varepsilon_1)\dfrac{a\Delta x}{d}V^2$

問３　問２の操作で電池がした仕事はいくらか。

a．$(\varepsilon_1-\varepsilon_0)\dfrac{l\Delta x}{d}V^2$　b．$(\varepsilon_1-\varepsilon_0)\dfrac{a\Delta x}{d}V^2$　c．$(\varepsilon_0-\varepsilon_1)\dfrac{l\Delta x}{d}V^2$

d．$(\varepsilon_1-\varepsilon_0)\dfrac{a\Delta x}{2d}V^2$　e．$\dfrac{\varepsilon_0\varepsilon_1 l\Delta x}{2d}V^2$　f．$(\varepsilon_0-\varepsilon_1)\dfrac{a\Delta x}{2d}V^2$

問４　問２の操作で極板Aに蓄えられる電気量はどれだけ変化したか。

a．$\varepsilon_1\dfrac{a\Delta x}{d}V$　b．$(\varepsilon_1-\varepsilon_0)\dfrac{a\Delta x}{d}V$　c．$(\varepsilon_1-\varepsilon_0)\dfrac{l\Delta x}{d}V$

d．$\varepsilon_1\dfrac{l\Delta x}{2d}V$　e．$(\varepsilon_0-\varepsilon_1)\dfrac{a\Delta x}{2d}V$　f．$(\varepsilon_0-\varepsilon_1)\dfrac{l\Delta x}{2d}V$

問５　問２の操作において，誘電体に加えた外力の大きさと向きとして適当なものはどれか。ただし，挿入時，外力は一定とみなせるものとし，その向きは図示した右向きまたは左向きとする。

a．$(\varepsilon_1-\varepsilon_0)\dfrac{a}{2d}V^2$（右向き）　b．$\dfrac{\varepsilon_1 a}{2d}V^2$（右向き）

c．$(\varepsilon_1-\varepsilon_0)\dfrac{a}{4d}V^2$（右向き）　d．$(\varepsilon_1-\varepsilon_0)\dfrac{a}{2d}V^2$（左向き）

e．$\dfrac{\varepsilon_1 a}{2d}V^2$（左向き）　f．$(\varepsilon_1-\varepsilon_0)\dfrac{a}{4d}V^2$（左向き）

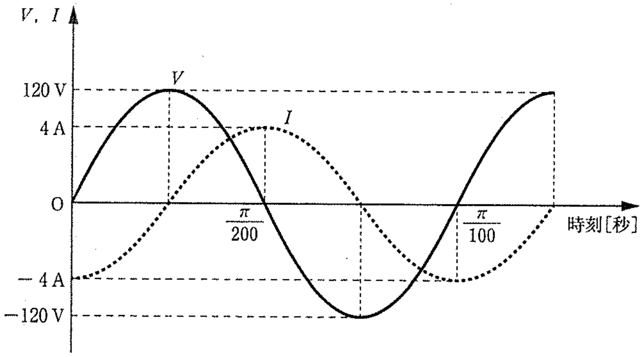
問６　スイッチSを閉じたまま誘電体を$x = a$まで挿入した後，十分な時間が経ってからスイッチSを開いた。そして，スイッチSを開いたまま誘電体を極板間から一部引き出し，$x = L$とした。このときコンデンサーに蓄えられている静電エネルギーはいくらか。ただし，$0 < L < a$とする。

a．$\dfrac{\varepsilon_0^2 a^3 V^2}{[\varepsilon_0(a-L)+\varepsilon_1 L]d}$　b．$\dfrac{\varepsilon_0^2 a^2 L V^2}{[\varepsilon_0(a-L)+\varepsilon_1 L]d}$　c．$\dfrac{2\varepsilon_0 a^3 V^2}{\varepsilon_1(a-L)L}$

d．$\dfrac{\varepsilon_1^2 a^3 V^2}{2(\varepsilon_1-\varepsilon_0)dL}$　e．$\dfrac{\varepsilon_1^2 a^3 V^2}{2[\varepsilon_0 a+\varepsilon_1 L]L}$　f．$\dfrac{\varepsilon_1^2 a^3 V^2}{2[\varepsilon_0(a-L)+\varepsilon_1 L]d}$

4 次の文章を読み，問１から問３に答えよ。

抵抗，コンデンサー，コイルをそれぞれ１個だけ用意した。その中から１つを選び，交流電源につないで回路を構成した。このとき，交流電源の電圧 V および回路に流れる電流 I は，図のように時間とともに変化した。図において，時刻は回路を構成した後のある瞬間から測ったものである。電圧 V と電流 I のグラフはともに正弦曲線であるが，位相は異なる。



問１　交流電源につないだものは何か。

a．抵抗　　b．コンデンサー　　c．コイル

問２　交流電源につないだものが抵抗の場合はその抵抗値，コンデンサーの場合はその電気容量，コイルの場合はその自己インダクタンスとして適当なものを選べ。

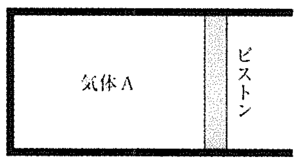
a．$3.3 \times 10^{-2}\,\Omega$　　b．$25\,\Omega$　　c．$30\,\Omega$
d．$8.3 \times 10^{-5}\,\mathrm{F}$　　e．$1.7 \times 10^{-4}\,\mathrm{F}$　　f．$1.0 \times 10^{-3}\,\mathrm{F}$
g．$7.5 \times 10^{-2}\,\mathrm{H}$　　h．$1.5 \times 10^{-1}\,\mathrm{H}$　　i．$9.4 \times 10^{-1}\,\mathrm{H}$

問３　時刻 t 秒に回路で消費する電力は何 W か。

a．$480 \sin^2(200t)$　　b．$-480 \sin^2(400t)$　　c．$240 \sin(200t)$
d．$-240 \sin(400t)$　　e．$480 \sin(200t)$　　f．$-480 \sin(400t)$

5 次の文章を読み，問１から問５に答えよ。

図のように，水平に置かれた円筒形シリンダーになめらかに動くピストンをつけ，単原子分子理想気体(気体A)を内部に閉じ込めた。このとき，気体Aの圧力は $2.0 \times 10^5\,\mathrm{Pa}$，体積は $4.0 \times 10^{-3}\,\mathrm{m^3}$，温度は $3.0 \times 10^2\,\mathrm{K}$ である。以下，これを最初の状態と定め，小問の順番に従って記述された操作を行う。ただし，シリンダー外部の気体の圧力は $2.0 \times 10^5\,\mathrm{Pa}$ で一定とする。以下，気体の状態変化はゆっくりとしたものとみなす。



問１　最初の状態においてピストンを固定して体積一定に保ち，気体Aに $6.0 \times 10^2\,\mathrm{J}$ の熱量を与えた。気体Aの温度は何 K になるか。

a．3.0×10^2　　b．3.5×10^2　　c．4.5×10^2　　d．6.0×10^2　　e．7.5×10^2

問２　問１の操作後の状態において，気体Aの圧力は何 Pa になるか。

a．3.0×10^4　　b．2.5×10^5　　c．3.0×10^5　　d．4.0×10^5　　e．4.5×10^5

問３　ここで，ピストンを移動できるようにした。そして，気体Aを問１で得られたのと同じ温度に保ちながら膨張させ，気体Aの圧力を $2.0 \times 10^5\,\mathrm{Pa}$ に戻したところ，その過程で気体Aは $4.0 \times 10^2\,\mathrm{J}$ の熱量を吸収した。気体Aがピストンにした仕事は何 J か。

a．0　　b．-2.0×10^2　　c．-4.0×10^2　　d．2.0×10^2　　e．4.0×10^2

問４　問３の操作後の状態において，気体Aの体積は何 $\mathrm{m^3}$ になるか。

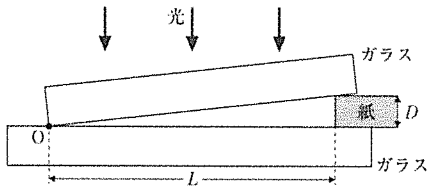
a．6.0×10^{-3}　　b．8.0×10^{-3}　　c．1.0×10^{-2}　　d．3.0×10^{-2}　　e．6.0×10^{-2}

問５　次に，気体Aから熱を奪ったところ，ピストンは移動し，気体Aは最初の状態に戻った。この過程において気体Aから放出された熱量は何 J か。

a．2.0×10^2　　b．3.0×10^2　　c．4.0×10^2　　d．6.0×10^2
e．8.0×10^2　　f．1.0×10^3　　g．1.2×10^3

6 次の文章を読み，問１から問５に答えよ。

図のように，空気中で２枚の平面ガラスを重ねて，ガラス同士が接している点Ｏからの距離 L[m]の位置に厚さ D[m]の薄い紙がはさまれている。２枚のガラスの上方から，下側のガラスに垂直に，波長 λ[m]の光を当てており，上方または下方のどちらから見ても明暗の縞が見える。以下，空気の屈折率を１，２枚のガラスの屈折率をともに n（$n>1$）とし，紙は光を透過も反射もさせないものとする。



問１　上方と下方からそれぞれ見たとき，点Ｏの位置に明線または暗線が確認できた。その結果の組み合わせとして適当なものを選べ。

	上方から見たとき	下方から見たとき
a	明線	明線
b	暗線	明線
c	明線	暗線
d	暗線	暗線

問２　上方から見た場合，点Ｏとそれぞれの明線の間の距離を表す式はどれか。ただし，距離は L 以下とし，m を０以上の整数（$m=0,\ 1,\ 2,\ \cdots$）とする。

a．$m\dfrac{L\lambda}{2D}$　　b．$(m+1)\dfrac{L\lambda}{2D}$　　c．$m\dfrac{2L\lambda}{D}$

d．$m\dfrac{L\lambda}{4D}$　　e．$(2m+1)\dfrac{L\lambda}{4D}$

問３　問２において，$\lambda=\dfrac{D}{100}$ のとき，上方から見ると明線は全部で何本になるか。

a．99　　b．100　　c．102　　d．190　　e．200　　f．400

問４　平面ガラスの間を屈折率 n_1（$n_1<n$）の液体で満たした。上方から見て隣り合う明線の間隔はいくらになるか。

a．$\dfrac{L\lambda}{2n_1D}$　　b．$\dfrac{n_1L\lambda}{2D}$　　c．$\dfrac{2n_1L\lambda}{D}$　　d．$\dfrac{n_1L\lambda}{4D}$　　e．$\dfrac{L\lambda}{4n_1D}$

問５　問４のように液体を満たした状態で，上方から見た明線の総数（本数）と位置を問３と同じにするには，紙の厚さをいくらにすればよいか。ただし，紙の厚さを変えても，平面ガラスの間は問４と同じ液体で完全に満たされているとする。

a．$\dfrac{D}{4n_1}$　　b．$\dfrac{D}{2n_1}$　　c．$\dfrac{D}{n_1}$　　d．$\dfrac{n_1D}{2}$　　e．n_1D　　f．$2n_1D$