28 － 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。**
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。

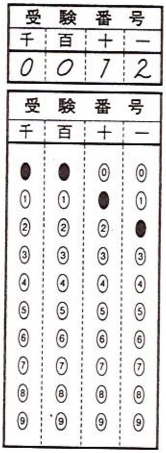
◎**解答用マークシートに関する注意事項**

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. 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。

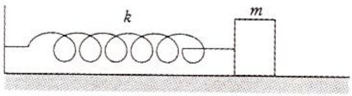
(受験番号のマークの仕方)



受験番号 　　　　　　　 氏　名

物　理

1 図のように，質量 m の小物体がばね定数 k のばねにつながれて，あらい水平な床の上におかれている。ばねの他端は壁に固定されている。小物体を手でひっぱって，ばねが自然の長さから伸びて静止した状態で，静かに手をはなしたところ，小物体は1度だけ運動の向きを変えた後，ばねが自然の長さから伸びた状態で止まって動かなくなった。小物体と床との間の静止摩擦係数を 0.80，動摩擦係数を 0.40 とし，重力加速度の大きさは g とする。小物体は常に床と接しているとして，次の問1から問3に答えよ。



問1　小物体の速さが最大になった瞬間のばねの自然の長さからの伸びはいくらか。$\frac{mg}{k}$ の何倍かで答えよ。

a．0.20　　b．0.30　　c．0.40　　d．0.60　　e．0.80
f．1.20　　g．1.60　　h．2.40　　i．3.20　　j．4.80

問2　手をはなしたときのばねの自然の長さからの伸びを x，運動の向きを変えるときのばねの自然の長さからの縮みの絶対値を y とすると，その差 $x-y$ はいくらか。$\frac{mg}{k}$ の何倍かで答えよ。

a．0.20　　b．0.30　　c．0.40　　d．0.60　　e．0.80
f．1.20　　g．1.60　　h．2.40　　i．3.20　　j．4.80

問3　観察された事実から，手をはなしたときのばねの自然の長さからの伸びはいくら以下だったといえるか。$\frac{mg}{k}$ の何倍かで答えよ。

a．0.20　　b．0.30　　c．0.40　　d．0.60　　e．0.80
f．1.20　　g．1.60　　h．2.40　　i．3.20　　j．4.80

2 1つの油滴が空気中を落下している。油滴は正の電荷を帯びている。ここで，鉛直上向きに強さ E の電場を加えてしばらく待ったところ，油滴は一定の速さ v_+ で上昇した。次に，電場の向きを変えて，鉛直下向きに同じ強さ E の電場を加えてしばらく待つと，油滴は一定の速さ v_- で下降した。油滴は常に球形をしているとする。なお，球形物体にはたらく空気の抵抗力の大きさは，物体の速さ v と半径 R の両方に比例し，$6\pi\eta Rv$ と表される。ここで η は空気の粘度とよばれる定数である。次の問1と問2に答えよ。ただし，$A=\frac{4}{3}\pi\rho g$，$B=6\pi\eta$ として，定数 A，B を定義する。ここで，ρ は油滴を形成する油の密度，g は重力加速度の大きさである。なお，油滴にはたらく浮力は無視できるとする。

問 1　油滴の半径 R はいくらか。

a．$\sqrt{\frac{B}{4A}(v_-+v_+)}$　　b．$\sqrt{\frac{B}{4A}(v_--v_+)}$

c．$\sqrt{\frac{B}{2A}(v_-+v_+)}$　　d．$\sqrt{\frac{B}{2A}(v_--v_+)}$

e．$\sqrt{\frac{B}{A}(v_-+v_+)}$　　f．$\sqrt{\frac{B}{A}(v_--v_+)}$

g．$\sqrt{\frac{2B}{A}(v_-+v_+)}$　　h．$\sqrt{\frac{2B}{A}(v_--v_+)}$

i．$\sqrt{\frac{4B}{A}(v_-+v_+)}$　　j．$\sqrt{\frac{4B}{A}(v_--v_+)}$

問 2　油滴の帯びている電荷はいくらか。

a．$\frac{v_--v_+}{E}\sqrt{\frac{B^3}{8A}(v_-+v_+)}$　　b．$\frac{v_-+v_+}{E}\sqrt{\frac{B^3}{8A}(v_--v_+)}$

c．$\frac{v_--v_+}{E}\sqrt{\frac{B^3}{2A}(v_-+v_+)}$　　d．$\frac{v_-+v_+}{E}\sqrt{\frac{B^3}{2A}(v_--v_+)}$

e．$\frac{v_--v_+}{E}\sqrt{\frac{B^3}{A}(v_-+v_+)}$　　f．$\frac{v_-+v_+}{E}\sqrt{\frac{B^3}{A}(v_--v_+)}$

g．$\frac{v_--v_+}{E}\sqrt{\frac{2B^3}{A}(v_-+v_+)}$　　h．$\frac{v_-+v_+}{E}\sqrt{\frac{2B^3}{A}(v_--v_+)}$

i．$\frac{v_--v_+}{E}\sqrt{\frac{8B^3}{A}(v_-+v_+)}$　　j．$\frac{v_-+v_+}{E}\sqrt{\frac{8B^3}{A}(v_--v_+)}$

3 地球上で，物体を地表に垂直に初速度 v_0 で打ち上げたところ，しばらくして物体は落下に転じ，地表に衝突した。地球の形は完全な球であるとし，その半径を R とする。地球の質量を M，万有引力定数を G として，次の問1と問2に答えよ。ただし，地球の自転は無視し，物体には地球が及ぼす引力以外の力ははたらかないとする。また，物体の大きさは無視できるとする。

問1 物体が到達した最大の高さはいくらか。ただし，地表の高さをゼロとせよ。

a．$\left(\dfrac{2GM}{Rv_0^2}-1\right)R$　b．$\left(1-\dfrac{2GM}{Rv_0^2}\right)R$　c．$\left(\dfrac{2GM}{Rv_0^2}-1\right)^{-1}R$　d．$\left(1-\dfrac{2GM}{Rv_0^2}\right)^{-1}R$

e．$\left(\dfrac{Rv_0^2}{2GM}-1\right)R$　f．$\left(1-\dfrac{Rv_0^2}{2GM}\right)R$　g．$\left(\dfrac{Rv_0^2}{2GM}-1\right)^{-1}R$　h．$\left(1-\dfrac{Rv_0^2}{2GM}\right)^{-1}R$

問2 物体を垂直に打ち上げたときの初速度 v_0 が第一宇宙速度であった場合，前問の高さはいくらか。

a．$\dfrac{R}{2}$　b．$\dfrac{R}{\sqrt{3}}$　c．$\dfrac{2R}{3}$　d．$\dfrac{R}{\sqrt{2}}$　e．R

f．$\sqrt{2}\,R$　g．$\dfrac{3R}{2}$　h．$\sqrt{3}\,R$　i．$2R$

4 長い弦が両端を固定してたるまずに張られている。この弦の上で，距離 L だけはなれた2点A，Bのそれぞれを波源として，同じ振幅，同じ周期 T の正弦波を発生させる。ただし，点Bでの振動は点Aの振動より時間 $\frac{T}{4}$ だけ遅れている。弦を伝わる波の速さを v として，次の問1と問2に答えよ。ただし，点A，Bから弦の端までの距離は非常に長く，弦の端の影響は無視できるとする。

問1　点A，Bの間にまったく振動しない点が複数あった。これらの点の位置に含まれるものを次から1つ選べ。ただし，位置は点Aからの距離で与える。

a．$\frac{L}{2}-\frac{vT}{8}$　　b．$\frac{L}{2}-\frac{vT}{4}$　　c．$\frac{L}{2}-\frac{vT}{2}$　　d．$\frac{L}{2}-vT$

e．$\frac{L}{2}+\frac{vT}{8}$　　f．$\frac{L}{2}+\frac{vT}{4}$　　g．$\frac{L}{2}+\frac{vT}{2}$　　h．$\frac{L}{2}+vT$

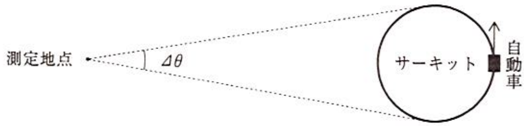
問2　点A，Bの間にあり，点Aからの距離が $\frac{L}{4}$ の点で弦を固定した。このときも，点A，Bの間に，まったく振動しない点が複数あった。これらの点の位置に含まれるものを次から1つ選べ。前問と同様に，位置は点Aからの距離で与える。

a．$\frac{L}{4}+\frac{vT}{16}$　　b．$\frac{L}{4}+\frac{vT}{8}$　　c．$\frac{L}{4}+\frac{vT}{4}$　　d．$\frac{L}{4}+\frac{vT}{2}$

e．$\frac{L}{2}+\frac{vT}{16}$　　f．$\frac{L}{2}+\frac{vT}{8}$　　g．$\frac{L}{2}+\frac{vT}{4}$　　h．$\frac{L}{2}+\frac{vT}{2}$

$\boxed{5}$ 次の問1に答えよ。

問 1　見晴らしのよい平地に円形のサーキットがあり，そこを自動車が一定の速さで移動することで等速円運動をしている。また自動車は常に振動数 f の音を発し続けている。この音の振動数を遠くはなれた地点で測定したところ，測定された振動数には変動幅があり，その上限値と下限値の差は εf であった。ここで ε は1より小さい正の実数である。また，測定地点から自動車の見える方向の範囲は角度で $\Delta\theta$ の幅があり，自動車の等速円運動の周期を T とする。音の速さを V とすると，サーキットの中心点と測定地点の間の距離はいくらか。ただし，ε および $\Delta\theta$ は1より十分小さいとして，次の近似式を用いる。絶対値が1より十分小さい実数 x に対して $\sqrt{1+x} \fallingdotseq 1+\dfrac{x}{2}$ および $\sin x \fallingdotseq \tan x \fallingdotseq x$ が成り立つ。

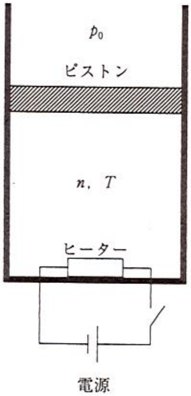


a．$\dfrac{1}{\varepsilon^2\Delta\theta}\dfrac{VT}{2\pi}$　b．$\dfrac{1}{\varepsilon\Delta\theta}\dfrac{VT}{2\pi}$　c．$\dfrac{1}{\Delta\theta}\dfrac{VT}{2\pi}$　d．$\dfrac{\varepsilon}{\Delta\theta}\dfrac{VT}{2\pi}$　e．$\dfrac{\varepsilon^2}{\Delta\theta}\dfrac{VT}{2\pi}$

f．$\varepsilon^2\Delta\theta\dfrac{VT}{2\pi}$　g．$\varepsilon\Delta\theta\dfrac{VT}{2\pi}$　h．$\Delta\theta\dfrac{VT}{2\pi}$　i．$\dfrac{\Delta\theta}{\varepsilon}\dfrac{VT}{2\pi}$　j．$\dfrac{\Delta\theta}{\varepsilon^2}\dfrac{VT}{2\pi}$

6 大気中に断面積 S [m^2]のシリンダーがおかれている。シリンダーには質量 M [kg]のピストンがあり，定積モル比熱 C_V [J/mol·K]の理想気体 n [mol]を閉じ込めている。図のように，シリンダーは底面が水平になるようにおかれている。ピストンはシリンダー内をなめらかに動く。シリンダーおよびピストンは断熱材でつくられているとする。シリンダー内の底には，内部の気体を温めるためのヒーターがついている。そのヒーターは抵抗値 r [Ω]の電熱線でできており，ヒーターの体積および熱容量は無視できる。ヒーターにつながった電源は，起電力が E [V]であり，その内部抵抗は無視できる。

最初，ヒーターのスイッチは切れており，その時，シリンダー内の理想気体の温度は T [K]であった。大気圧を p_0 [Pa]，気体定数を R [J/mol·K]，重力加速度の大きさを g [m/s^2]として，次の問1と問2に答えよ。



問1 ヒーターのスイッチを入れるとピストンは一定の速さでゆっくり上昇した。ピストンの上昇する速さはいくらか。

a．$\dfrac{RE^2}{n(p_0S+Mg)C_Vr}$　　b．$\dfrac{RE^2}{n(p_0S+Mg)(C_V+R)r}$

c．$\dfrac{nRE^2}{(p_0S+Mg)C_Vr}$　　d．$\dfrac{nRE^2}{(p_0S+Mg)(C_V+R)r}$

e．$\dfrac{RE^2}{p_0SC_Vr}$　　f．$\dfrac{RE^2}{(p_0S+Mg)(C_V+R)r}$

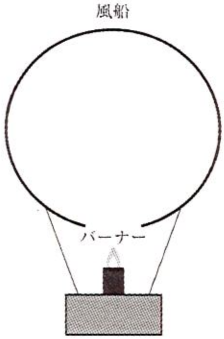
問2 シリンダー内の理想気体の内部エネルギーは単位時間当たりどれだけ増加するか。

a．$\dfrac{C_VE^2}{Rr}$　　b．$\dfrac{C_VE^2}{nRr}$　　c．$\dfrac{RE^2}{(C_V+R)r}$

d．$\dfrac{RE^2}{C_Vr}$　　e．$\dfrac{C_VE^2}{(C_V+R)r}$　　f．$\dfrac{nRE^2}{(C_V+R)r}$

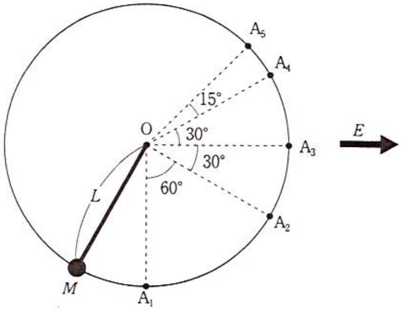
7 次の問1に答えよ。

問1 図のような熱気球があり，風船内の空気をバーナーで加熱することで上昇できる。風船の体積は $5.0 \times 10^2\,\mathrm{m}^3$，質量は $100\,\mathrm{kg}$ であり，熱気球において風船以外の部分の体積と質量は無視する。風船の下部には小さな穴が空いており，風船内は外気と通じているため，風船の内外の圧力は常に等しいとする。また，風船内の温度は一様であるとする。風船の外では，空気の密度は $1.2\,\mathrm{kg/m}^3$，温度は $300\,\mathrm{K}$ とする。加熱前に熱気球は地上にいたが，風船内の空気が加熱されて温度が $T\,[\mathrm{K}]$ になった瞬間に，熱気球は上昇を始めた。その温度 T はいくらか。



a．360 K　　b．390 K　　c．405 K　　d．420 K　　e．460 K　　f．510 K

8 水平方向に強さ E[V/m]の一様な電場がある。図のように，電場のもとで，長さ L[m]の変形しない細い絶縁体の棒の一端を鉛直面内で点Oを中心に自由に回転できるように取り付けた。棒の他端には質量 M[kg]の帯電していない小さな金属球をつけた。金属球の取り得る位置としての円周上で，点Oの鉛直下方に点 A_1 をとり，鉛直線と角度60°，90°，120°，135°の角をなす位置の点をそれぞれ点 A_2，A_3，A_4，A_5 とする。棒の質量および金属球の大きさは無視し，重力加速度の大きさを g[m/s²]として，次の問1から問5に答えよ。



問 1　点 A_4 の電位はいくらか。ただし，点 A_1 を電位の基準にする。

a．$-\dfrac{\sqrt{3}}{2}EL$　　b．$\dfrac{\sqrt{3}}{2}EL$　　c．$-\dfrac{3}{2}EL$

d．$\dfrac{3}{2}EL$　　e．$-EL$　　f．EL

問 2　金属球に電荷を与えたところ，点 A_2 でつりあって静止した。与えた電荷はいくらか。

a．$-\dfrac{\sqrt{3}\,Mg}{E}$　　b．$\dfrac{\sqrt{3}\,Mg}{E}$　　c．$-\dfrac{Mg}{\sqrt{3}\,E}$　　d．$\dfrac{Mg}{\sqrt{3}\,E}$

e．$-\dfrac{2Mg}{E}$　　f．$\dfrac{2Mg}{E}$　　g．$-\dfrac{Mg}{2E}$　　h．$\dfrac{Mg}{2E}$

問 3　問2の状態において，金属球を点 A_2 から点 A_5 まで運ぶのに必要な仕事はいくらか。

a．$\left(1-\dfrac{\sqrt{2}-\sqrt{6}}{2}\right)MgL$　　b．$\left(1+\dfrac{\sqrt{2}+\sqrt{6}}{2}\right)MgL$　　c．$\left(1+\dfrac{\sqrt{2}-\sqrt{6}}{2}\right)MgL$

d．$\left(2-\dfrac{\sqrt{2}-\sqrt{6}}{2}\right)MgL$　　e．$\left(2+\dfrac{\sqrt{2}+\sqrt{6}}{2}\right)MgL$　　f．$\left(2+\dfrac{\sqrt{2}-\sqrt{6}}{2}\right)MgL$

問 4　問 2 の状態から点 A_1 に金属球を運んだ後，金属球を静かにはなした。その後，金属球はどのような運動をするか。

a．点 A_1 と点 A_2 の間を振動する　　b．点 A_1 と点 A_3 の間を振動する

c．点 A_1 と点 A_4 の間を振動する　　d．点 A_1 と点 A_5 の間を振動する

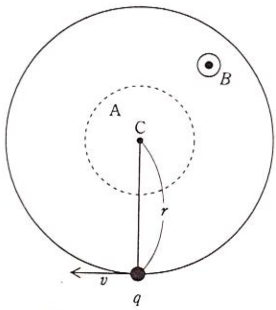
e．点 A_2 と点 A_3 の間を振動する　　f．点 A_2 と点 A_4 の間を振動する

g．点 A_2 と点 A_5 の間を振動する

問 5　前問において，金属球が点 A_2 を通過するときの速さはいくらか。

a．0　　b．$\sqrt{\dfrac{gL}{3}}$　　c．$\sqrt{\dfrac{gL}{2}}$　　d．$\sqrt{gL}$　　e．$\sqrt{2gL}$　　f．$\sqrt{3gL}$

9 図のように，磁束密度 B[Wb/m^2]の一様な磁場があり，それに垂直な面内で正電荷 q[C]をもつ粒子が速さ v[m/s]で入ってきた後，点Cを中心に等速円運動をしている。ここで円軌道の半径は r[m]とする。さらに，円軌道面内において，点Cを中心とする面積 S[m^2]の円形領域Aを考える。そして，磁束密度を短い時間 Δt[s]の間に連続的に ΔB_1[Wb/m^2]だけ領域A内で一様に増加させた。ここで，領域Aは粒子の円軌道上にはないため，粒子の円軌道上では ΔB_1 による磁束密度の変化はないとする。次の問1から問4に答えよ。



問1　粒子の円軌道上に生じる誘導電場の強さはいくらか。

a．vB　　b．$v\Delta B_1$　　c．$v(B+\Delta B_1)$

d．$\dfrac{1}{2\pi r}\dfrac{BS}{\Delta t}$　　e．$\dfrac{1}{2\pi r}\dfrac{\Delta B_1 S}{\Delta t}$　　f．$\dfrac{1}{2\pi r}\dfrac{(B+\Delta B_1)S}{\Delta t}$

g．$\dfrac{r}{2}\dfrac{B}{\Delta t}$　　h．$\dfrac{r}{2}\dfrac{\Delta B_1}{\Delta t}$　　i．$\dfrac{r}{2}\dfrac{B+\Delta B_1}{\Delta t}$

問2　誘導電場の発生によって粒子の運動量が増加する。時間 Δt 間における粒子の運動量の増加 Δp[kg·m/s]はいくらか。

a．$qvB\Delta t$　　b．$qv\Delta B_1\Delta t$　　c．$qv(B+\Delta B_1)\Delta t$

d．$\dfrac{q}{2\pi r}BS$　　e．$\dfrac{q}{2\pi r}\Delta B_1 S$　　f．$\dfrac{q}{2\pi r}(B+\Delta B_1)S$

g．$\dfrac{qrB}{2}$　　h．$\dfrac{qr\Delta B_1}{2}$　　i．$\dfrac{qr}{2}(B+\Delta B_1)$

j．$qr\Delta B_1$

問 3　粒子の運動量が増加すると，円軌道上の磁束密度が B のままでは軌道の半径が大きくなってしまう。そこで，半径 r を一定にしたままで粒子の運動量を Δp だけ増加させるために，領域 A の磁束密度の変化と同時に粒子の円軌道上において磁束密度を ΔB_2[Wb/m^2]だけ変化できるようにした。ΔB_2 はいくらにするべきか。

a．$\dfrac{\Delta p}{qr}$　　b．$\dfrac{\Delta p}{qr} - B$　　c．$\dfrac{2\Delta p}{qr}$

d．$\dfrac{2\Delta p}{qr} - B$　　e．$\dfrac{\Delta p}{2qr}$　　f．$\dfrac{\Delta p}{2qr} - B$

問 4　以上の方法によって，円軌道の半径 r を一定にしたままで粒子の運動量を増加させる。ここで，$r = 0.50$ m，$B = 4.0 \times 10^4$ Wb/m^2，$\Delta B_1 = 5.0 \times 10^2 \pi$ Wb/m^2，$S = 0.20$ m^2 の場合，ΔB_2 はいくらか。

a．1.0 Wb/m^2　　b．2.0 Wb/m^2　　c．4.0 Wb/m^2

d．1.0×10^2 Wb/m^2　　e．2.0×10^2 Wb/m^2　　f．4.0×10^2 Wb/m^2

g．1.0×10^3 Wb/m^2　　h．2.0×10^3 Wb/m^2　　i．4.0×10^3 Wb/m^2

$\boxed{10}$ 次の問1から問3に答えよ。

問 1 炭素の放射性同位体 ^{14}C は半減期 5.7×10^3 年で放射性崩壊する。ある古い枯れた樹木を調べたところ，この樹木内に含まれている全炭素原子における ^{14}C の割合は，現在生きている樹木の場合の 25 %であった。この古い樹木が枯れたのはおよそ何年前と推定できるか。最も値の近いものを1つ選べ。なお，大気中の ^{14}C の割合は時代によらず一定であるとする。また，樹木は生きている間大気中と同じ割合の ^{14}C を取りこむため，樹木内の ^{14}C の割合は時代によらず一定であるが，枯れた後は取りこむことはないとする。

a．1.4×10^3 年前　b．2.4×10^3 年前　c．5.7×10^3 年前　d．8.6×10^3 年前
e．1.1×10^4 年前　f．2.3×10^4 年前　g．6.4×10^4 年前　h．8.0×10^4 年前

問 2 $^{238}_{92}U$ は α 崩壊と β 崩壊を何度か起こして $^{226}_{88}Ra$ になる。起こった α 崩壊の回数を x，β 崩壊の回数を y とする。x と y はそれぞれいくらか。

a．$x = 2$，$y = 1$　b．$x = 2$，$y = 2$　c．$x = 2$，$y = 3$　d．$x = 2$，$y = 4$
e．$x = 3$，$y = 1$　f．$x = 3$，$y = 2$　g．$x = 3$，$y = 3$　h．$x = 3$，$y = 4$

問 3 静止していた1個の $^{226}_{88}Ra$ が α 崩壊を起してラドン Rn に変わった。そのとき，$^{226}_{88}Ra$ から放出された α 粒子の運動エネルギーは 4.8 MeV であった。この α 粒子の運動エネルギーはラドンの運動エネルギーの何倍か。最も値の近いものを1つ選べ。

a．1倍　b．5倍　c．12倍　d．48倍　e．56倍　f．480倍