氏　名	受験番号

平成30年度

一般後期入学試験

理　科

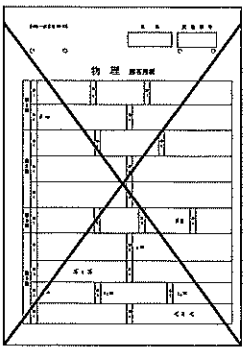
科目選択について			問題ページ
右記①～③のうち ２つを選択	①	物理	１～　５
	②	化学	７～１２
	③	生物	１３～２３

注意：答えはすべてそれぞれの解答用紙に記入しなさい。

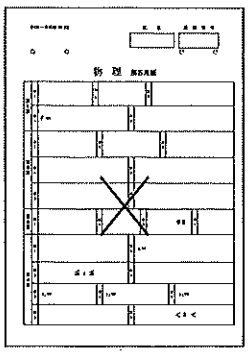
非選択科目の解答用紙への記入について（注意事項）

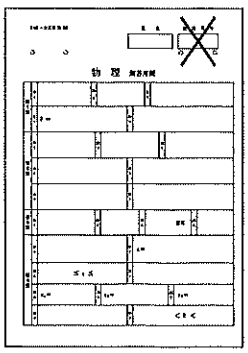
・試験開始30分後に、非選択科目の解答用紙を回収します。
・非選択科目の解答用紙にも氏名、受験番号を記入し、解答用紙全体に隅から隅まで大きく『 ×(バツ) 』を記入して下さい。

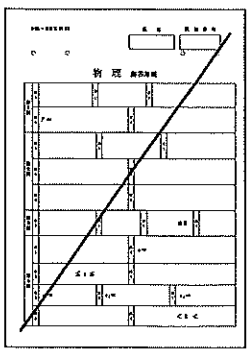
良い書き方



良くない書き方



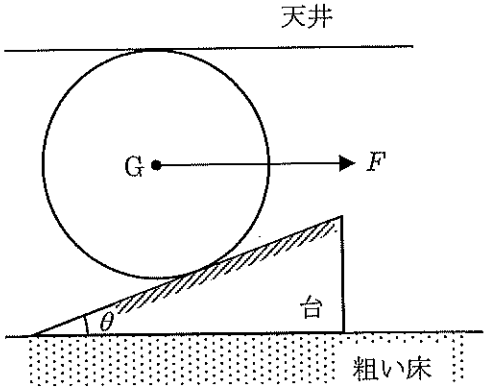




藤田保健衛生大学医学部

物　理　（その１）

第１問



粗い水平な床の上に水平方向と角θをなす粗い斜面をもつ質量mの台をおく。この床の上方には水平な天井がある。いま、右図のように、半径Rで質量Mの一様な円柱を軸が水平になるようにして斜面の上に置き円柱の重心 G に水平方向（図中の右向き）に大きさFの力を加えたところ、円柱は天井に接して静止した。また、重力加速度の大きさをgとする。

いま、台が床から受ける垂直抗力の大きさをN_1、円柱と台の斜面との間に働く垂直抗力の大きさをN_2、円柱と天井の間に働く垂直抗力の大きさをN_3、台の下面と床の間に働く静止摩擦力の大きさをf_1、円柱と台の斜面との間に働く静止摩擦力の大きさをf_2、円柱と天井の間に働く静止摩擦力の大きさをf_3として、次の問１と問2に答えよ。

問1　台に働く力のつり合いの式を水平方向、鉛直方向それぞれについて立てよ。

問2　円柱について、点Gのまわりの力のモーメントのつり合いの式を立てよ。

これ以降、問3から問8において、天井がなめらかで、円柱が天井に接して静止している場合を考える。

問3　この場合、f_2の値はゼロになる。その理由を分かりやすく説明せよ。

問4　円柱が天井に接して静止するためには$F \geqq F_{\min}$でなければならない。このような$F_{\min}$をm、M、F、g、θのうち必要な文字を用いて表せ。

問5　台が床から受ける静止摩擦力の大きさf_1をm、M、F、g、θのうち必要な文字を用いて表せ。

問6　台が床から受ける垂直抗力の大きさN_1をm、M、F、g、θのうち必要な文字を用いて表せ。

問7　床の静止摩擦係数μがある程度小さい場合、Fを十分に大きくすると台は床に対してすべる。この場合、台が床に対してすべらないためには$F \leqq F_{\max}$でなければならない。このような$F_{\max}$をm、M、g、θ、μのうち必要な文字を用いて表せ。

問8　Fをどんなに大きくしても台が床に対してすべらないためには、床の静止摩擦係数μと角θの間にどんな関係式が成り立てばよいか答えよ。最後の結果だけでなくどのように考えたのか分かるように説明を簡潔に書くこと。

物　理　（その２）

第２問

原子核の崩壊と放射性同位体について以下の問いに答えよ。

問1　以下の文章中の空欄 ア ～ カ にあてはまる数値を解答欄に答えよ。

トリウムは安定同位元素を持たないが、トリウム 232（$^{232}_{90}$Th）は半減期が約 140 億年と長いため、天然に存在している。$^{232}_{90}$Th は α 崩壊をして質量数 ア 、原子番号 イ のラジウムになり、そのラジウムが β 崩壊をして質量数 ウ 、原子番号 エ のアクチニウムになる。その後も引き続き崩壊が起き、最終的に安定な鉛 208（$^{208}_{82}$Pb）に至るまで続く。$^{232}_{90}$Th から $^{208}_{82}$Pb に至るまでに α 崩壊が オ 回、β 崩壊が カ 回起きる。

問2　$^{232}_{90}$Th の崩壊過程で生じるラドン 220（^{220}Rn）は、放射性同位体であるラドン 222 とともに、大気中に気体として存在する自然放射線源である。^{220}Rn が α 崩壊してできるポロニウムは、直ちに α 崩壊して鉛の同位体（安定な $^{208}_{82}$Pb とは異なる放射性同位体）となる。^{220}Rn の半減期を T として以下の問いに答えよ。

(1)　^{220}Rn の個数が元の個数の 1/4 になるまでにかかる時間を T で表せ。

(2)　^{220}Rn が時刻 $t=0$ に N 個あるとする。$t=10T$ から $t=11T$ の間に崩壊する ^{220}Rn の個数を表せ。ただし、N は十分に大きいものとする。

(3)　1個の ^{220}Rn が２回崩壊して鉛の同位体になるまでに放出されるエネルギーはいくらか、単位に MeV を用いて有効数字３桁で答えよ。^{220}Rn 原子核の質量を 219.9642 u、鉛の同位体の原子核の質量を 211.9469 u、α 粒子の質量を 4.0015 u とし、1 u をエネルギーに換算すると 931.5 MeV となるとして計算せよ。

物　理　（その３）

第３問

同じ抵抗値 R をもつ抵抗を７個使って組んだ回路（図１）について以下の問いに答えよ。

問1　AB 間の抵抗値（合成抵抗の抵抗値）R_{AB} を求めよ。

問2　AC 間の抵抗値（合成抵抗の抵抗値）R_{AC} を求めよ。

問3　AD 間の抵抗値（合成抵抗の抵抗値）R_{AD} を求めよ。

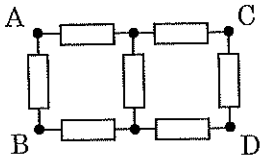


図１

物　理　(その4)

つぎに、起電力 E の電源と抵抗値 R の抵抗と非直線抵抗を図1の回路に接続するとき、非直線抵抗での消費電力の大きさについて考える。非直線抵抗の電流電圧の特性曲線は右のグラフ（図2）のようになっているとする。

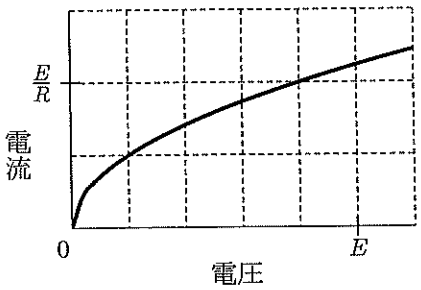


図2

問4　図3のように起電力 E の電源と抵抗値 R の抵抗と非直線抵抗を直列につないだ回路の両端の端子をP、Qとする。この端子 P、Q を以下に示す(a)(b)(c)の3通りに接続した場合の非直線抵抗における消費電力の大きさを比べる。

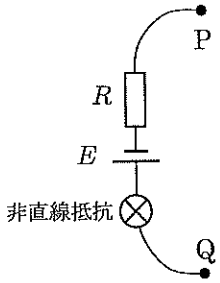


図3

(a)　端子Pを点Aに、端子Qを点Bに接続する場合
(b)　端子Pを点Aに、端子Qを点Cに接続する場合
(c)　端子Pを点Aに、端子Qを点Dに接続する場合

非直線抵抗での消費電力が大きい順に(a)(b)(c)を並べるとすると、正しい順番は以下の選択肢のうちどれか。解答欄に選択肢の記号で答えよ。また、どのように考えて判断したのか解答欄中のグラフを利用して説明せよ。

[問4の選択肢]

(ア)　(a)>(b)>(c)　　(イ)　(a)>(c)>(b)　　(ウ)　(b)>(a)>(c)
(エ)　(b)>(c)>(a)　　(オ)　(c)>(a)>(b)　　(カ)　(c)>(b)>(a)

問5　図4のように起電力 E の電源と抵抗値 R の抵抗と非直線抵抗をつないだ回路の両端の端子を X、Y とする。この端子 X、Y を以下に示す(d)(e)(f)の3通りに接続した場合の非直線抵抗における消費電力の大きさを比べる。

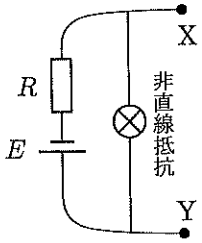


図4

(d)　端子Xを点Aに、端子Yを点Bに接続する場合
(e)　端子Xを点Aに、端子Yを点Cに接続する場合
(f)　端子Xを点Aに、端子Yを点Dに接続する場合

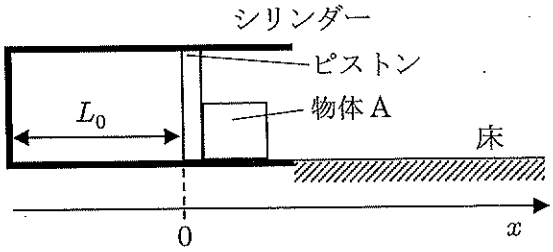
非直線抵抗での消費電力が大きい順に(d)(e)(f)を並べるとすると、正しい順番は以下の選択肢のうちどれか。解答欄に選択肢の記号で答えよ。

[問5の選択肢]

(ア)　(d)>(e)>(f)　　(イ)　(d)>(f)>(e)　　(ウ)　(e)>(d)>(f)
(エ)　(e)>(f)>(d)　　(オ)　(f)>(d)>(e)　　(カ)　(f)>(e)>(d)

物　理　（その５）

第４問



図のように、質量 m のピストンのついた断面積 S のシリンダーが水平な床の上に固定されていて、その中に n [mol] の理想気体が入っている。最初、内部の気体の圧力は大気の圧力 P_0 と等しく、内部の気体の温度は絶対温度で T_0 であるとする。このとき、ピストンはシリンダーの底（図中のシリンダー内の左端）から距離 L_0 のところで静止した状態であった（状態 0）。このときのピストンの位置を x=0 として、図のように水平方向右向きに x 軸をとる。ピストンとシリンダーは断熱材でできており、内部の気体は周囲から断熱されている。ピストンの外側には質量 M の物体Ａがピストンに接して置かれている。シリンダーの内側では、ピストンと物体Ａはなめらかに動くものとする。ピストンとシリンダーの底の間の距離が L_0 から L_1 ($0<L_1<L_0$) になるまで物体Ａを押して、気体をゆっくりと圧縮したのち、静かに手をはなす。

気体定数を R、重力加速度の大きさを g とし、物体Ａの大きさは無視できるものとして以下の問いに答えよ。ただし、断熱変化では圧力 P と体積 V の間に PV^{γ}=一定（γ は比熱比）という関係があることを用いてよい。

[A] まず、物体Ａをピストンに固定した場合を考える。このとき、運動はシリンダー内に限定されているとする。

問1　手をはなす直前の内部の圧力を P_0、L_0、L_1、γ を用いて表せ。

問2　手をはなすと、ピストンと物体Ａが一体のまま動き出した。ピストンの位置が x にあるときのピストンと物体Ａの加速度を P_0 を使わずに表せ。ただし、図中の右向き（x 軸の正の向き）を加速度の正の向きとせよ。

問3　その後、ピストンと物体Ａは一体のままシリンダーの中で振動し続けた。この振動の周期を P_0 を使わずに表せ。ただし、$|x/L_0|\ll 1$ として近似せよ。$|\varepsilon|\ll 1$ のときの近似 $(1+\varepsilon)^{\alpha}\fallingdotseq 1+\alpha\varepsilon$ を使ってよい。

[B] つぎに、物体Ａをピストンに固定しない場合を考える。シリンダーの外の床には摩擦があり、床と物体Ａの間の動摩擦係数を μ' として次の問いに答えよ。

問4　まず、状態 0 に戻してから、ピストンとシリンダーの底の間の距離を L_0 から L_1 まで気体をゆっくりと圧縮して、静かに手をはなす。物体Ａはシリンダーから出て、床の上を距離 d だけすべって停止した。比熱比 γ を P_0 を使わずに表せ。ただし、問３と同様に近似を用いてよい。