平成29年度入学者選抜試験
個別学力試験問題(前期日程)

物　　理

学部・学科	問　題
総合理工学部(物質科学科)	1, 2, 3, 4
総合理工学部(物質科学科を除く) 生物資源科学部	1, 2, 3 問1, 4

注　意

1. 志望学部・学科により，解答用紙が異なるので，解答前に確認してください。
2. 問題紙は指示があるまで開いてはいけません。
3. 問題紙は9ページ，解答用紙は6枚です。指示があってから確認し，解答用紙の所定の欄に受験番号を記入してください。
4. 総合理工学部物質科学科受験生は 1 , 2 , 3 , 4 の問題を，総合理工学部(物質科学科を除く)受験生，生物資源科学部受験生は 1 , 2 , 3 問1, 4 の問題を解答してください。
5. 答えはすべて解答用紙の所定のところに記入してください。
6. 解答用紙は持ち帰ってはいけません。
7. 試験終了後，問題紙は持ち帰ってください。

【共通問題】　この問題はすべての受験生が解答すること。

1　図のように，水平面となす角度がθである，あらい斜面に，バネ定数k〔N/m〕の軽いバネの下端を固定し，上端に質量m〔kg〕の小物体を取り付けた。はじめ，バネが自然長になるように，小物体を手で斜面上に静止させた(状態A)。その後，小物体から静かに手を離したところ，バネは縮みはじめ，自然長よりも長さx〔m〕だけ縮んだ状態ではじめて静止した(状態B)。小物体と斜面の間の動摩擦係数をμ，重力加速度の大きさをg〔m/s^2〕とし，小物体の底面は常に斜面に接しているものとして，以下の問いに答えなさい。ただし，空気抵抗は無視できるものとする。(符号にも注意して解答すること。)

(1)　状態Aでの小物体の高さのところを基準面として，状態Bでの重力による位置エネルギーU_1〔J〕を求めなさい。

(2)　状態Bでのバネの弾性力による位置エネルギーU_2〔J〕を求めなさい。

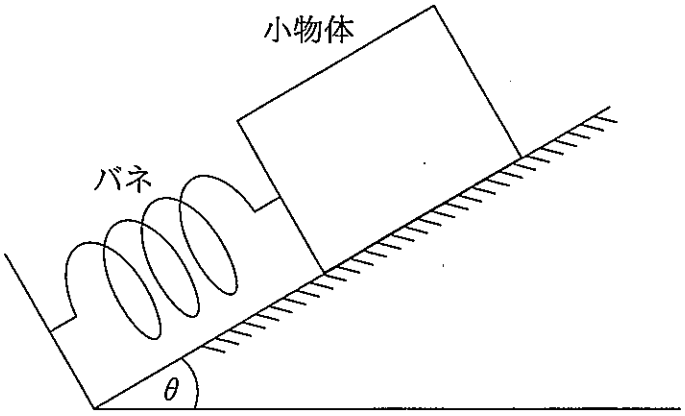
(3)　小物体が斜面から受ける垂直抗力の大きさN〔N〕を求めなさい。

(4)　小物体が斜面から受ける動摩擦力の大きさF〔N〕を求めなさい。

(5)　状態Aから状態Bまで変化する間に動摩擦力のした仕事W〔J〕を求めなさい。

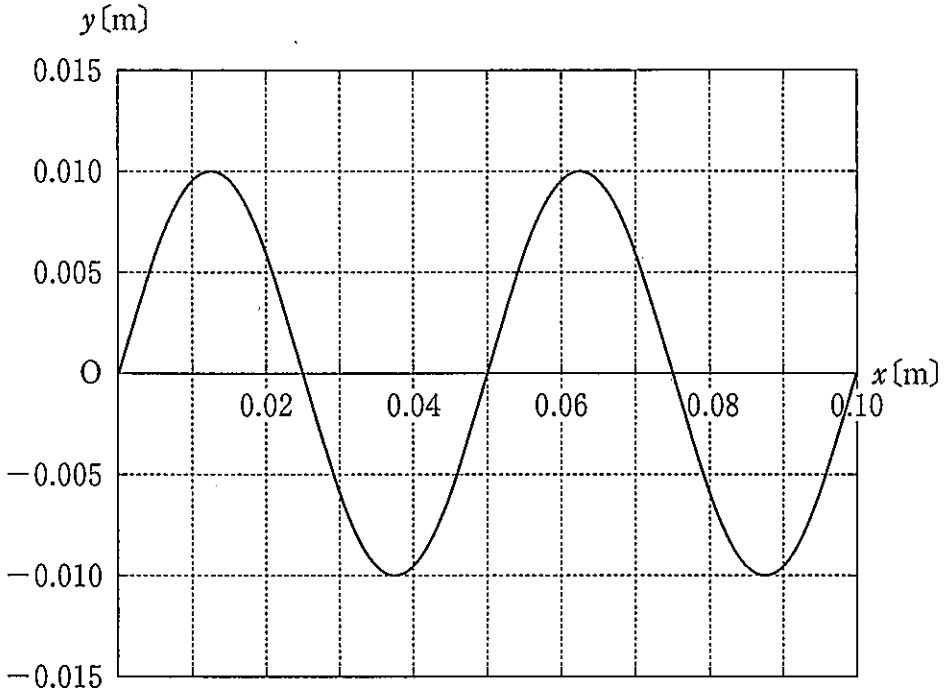
(6)　状態Aでの力学的エネルギーをE_A〔J〕，状態Bでの力学的エネルギーをE_B〔J〕として，E_A，E_B，Wの間に成立する等式を求めなさい。

(7)　E_A，E_B，Wの間に成立する等式を利用して，状態Bでのバネの縮んだ長さxをk，m，θ，μ，gを用いて表しなさい。


小物体
バネ
θ

【共通問題】　この問題はすべての受験生が解答すること。

2　媒質Ⅰを伝わる波が図のような正弦波で表せる。この図は時刻 $t = 0$ において，位置 x〔m〕での変位 y〔m〕を表している。この波が x 軸の正の向きへ進んでいるとして以下の問いに答えなさい。



(1)　この波の振幅 A〔m〕と波長 λ_1〔m〕の値を図から読み取りなさい。

(2)　この波の速さを 0.05〔m/s〕として，波の周期 T〔s〕の値を求めなさい。

(3)　波の変位 y は x と t〔s〕を含んだ式で，$y = A\sin\{2\pi($　　$)\}$ と表される。(1)と(2)で求めた値を用いて(　　)内はどのように表されるか。式を書きなさい。

(4)　位置 $x = 0.05$ での波の変位の時間変化を観察する。時刻 t に対する位置 $x = 0.05$ での変位 y のグラフを解答用紙に少なくとも 1 周期がわかるように描きなさい。ただし，横軸の目盛に数値を示すこと。

媒質Ⅰを伝わっていたこの波が，$x = 0.10$ で媒質Ⅱに変位が連続になるように伝わるとする。このとき媒質Ⅰに対する媒質Ⅱの屈折率が 2 であるとする。ただし波はまっすぐに進み減衰しないものと考えなさい。以下の問いに答えなさい。

(5) 媒質Ⅱを伝わる波の振動数 f〔Hz〕の値を求めなさい。

(6) 媒質Ⅱを伝わる波の波長 λ_2〔m〕の値を求めなさい。

(7) 媒質Ⅱを伝わる波の変位 y と位置 x についての図を，$x = 0.10$ より遠方のグラフを解答用紙に少なくとも 1 周期がわかるように描きなさい。ただし，横軸の目盛に数値を示すこと。

3 図1に示すように，なめらかに動くピストンを持つシリンダーを考える。ピストンは十分に軽く，おもさが無視できるものとする。シリンダー内の断面積をS〔m^2〕とし，シリンダーの長さは十分に長いものとする。中にはn〔mol〕の単原子分子の理想気体が入っており，この気体およびその熱が外へ逃げることはない。中の気体を温めたり温度を一定に保持したりするためのヒーターが付いており，ヒーターはピストンの運動には影響しない。また，ピストンは常にゆっくり動かしシリンダー内の気体の圧力はピストンから受ける圧力と常に等しく，ピストンを押す力の大きさは自由に制御できるものとする。

ピストンがシリンダー内の底面から長さL_1〔m〕の位置にあり，力の大きさF_1〔N〕で支えられているとき，中の気体の温度はT_1〔K〕であった。この時の状態を初期状態とする。

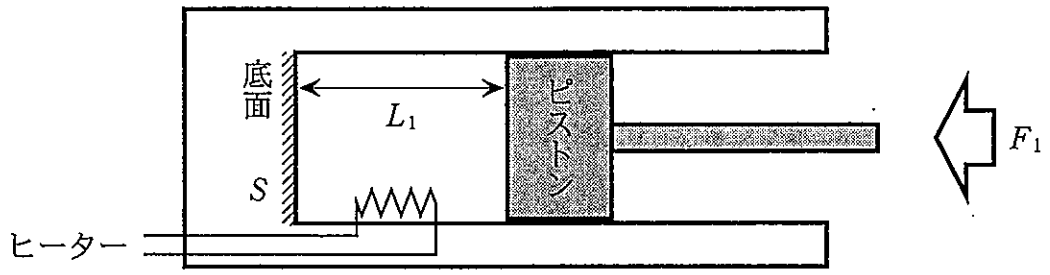


図1

【共通問題】 問1はすべての受験生が解答すること。

問 1 図1の装置を用いて以下の実験Aを行った。以下の問いに答えなさい。

実験A ⅠからⅣのそれぞれの行程で初期状態からの気体の状態変化を観察した。

行程Ⅰ 力の大きさF_1が一定になるようにヒーターで気体を温めながら，ピストンの位置をL_1からL_2〔m〕まで増加させた。

行程Ⅱ ヒーターで気体を温めながら，ピストンが移動しないように力の大きさをF_1からF_2〔N〕まで増加させた。

行程Ⅲ 気体の温度を一定に保持しながら，ピストンの位置をL_1からL_2まで増加させた。

行程Ⅳ ヒーターを切った状態で気体を温めずに，力の大きさをF_1から減少させ，ピストンの位置をL_1からL_2まで増加させた。

(1) 行程ⅠからⅣの気体の状態変化はそれぞれ何と呼ばれているか，次の(a)~(d)の中からそれぞれ一つずつ選び，記号で答えなさい。

(a) 定積変化　　(b) 断熱変化　　(c) 定圧変化　　(d) 等温変化

(2) 行程ⅠからⅣの気体の状態変化について，体積 V〔m^3〕と圧力 P〔N/m^2〕の関係を表す最もふさわしいものを下の図2の(a)~(f)の中からそれぞれ一つずつ選び，記号で答えなさい。図2の中には P と V の積(PV)が一定となる代表的な曲線が補助的に描かれている。

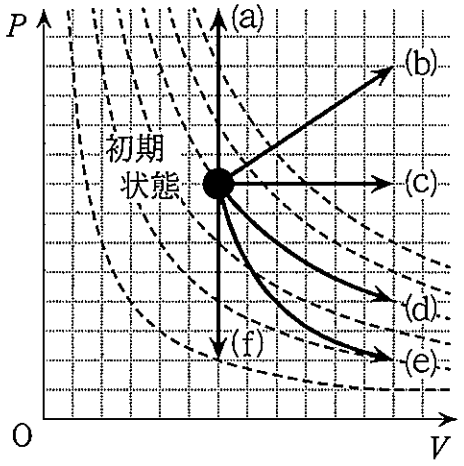


図2

(3) ヒーターから気体に与えられた熱量を Q〔J〕，気体が外部にした仕事を W〔J〕，気体の内部エネルギーの増加量を ΔU〔J〕として，行程ⅠからⅣの気体の状態変化において成り立つ関係を次の(a)~(e)の中からそれぞれ一つずつ選び，記号で答えなさい。

(a) $\Delta U = -W$　　(b) $\Delta U = Q$　　(c) $Q = W$

(d) $Q = W + \Delta U$，($Q \neq 0$，$W \neq 0$，$\Delta U \neq 0$)

(e) $W = Q + \Delta U$，($\Delta U \neq 0$，$Q \neq 0$，$W \neq 0$)

(4) 行程Ⅰの気体の状態変化の時，ヒーターによって熱量 Q_1〔J〕が加えられており，気体の温度が T_1 から T_2〔K〕まで上昇していた。T_2 を T_1，n，Q_1，F_1，L_1，L_2，S，および，気体定数 R〔J/(mol·K)〕の中から必要なものを用いて表しなさい。温度 T〔K〕，n〔mol〕の単原子分子の理想気体の内部エネルギーが $\frac{3}{2}nRT$〔J〕となることを用いてよい。

【選択問題】 問2は総合理工学部物質科学科受験生が解答すること。

問 2　問1と同様に，図1の装置を用いて以下の実験Bを行った。以下の問いに答えなさい。

実験B　実験Aの行程Ⅰで行った気体の状態変化と比べ，初期状態および最終状態が同じであるが，途中の過程が異なる新たな二つの気体の状態変化，行程ⅤおよびⅥを行った。

行程Ⅴ　ピストンが移動しないようにピストンを押す力の大きさを増加させながら，ヒーターで気体を温め，T_1 から T_2 まで上昇させた。その後，気体の温度を一定に保持しながら，ピストンの位置を L_1 から L_2 まで増加させた。

行程Ⅵ　ヒーターを切った状態で気体を温めずに，ピストンの位置を L_1 から L_2 まで増加させた。その後，ピストンが移動しないようにピストンを押す力の大きさを増加させながらヒーターで気体を温め T_2 まで上昇させた。

(1) 行程Ⅰ，Ⅴ，Ⅵの気体の状態変化において，それぞれの最終状態の内部エネルギーの大小関係を正しく表しているのはどれか。次の(a)～(d)の中から選び，記号で答えなさい。また，その理由を説明しなさい。ただし，行程Ⅰ，Ⅴ，Ⅵの最終状態の内部エネルギーをそれぞれ U_{I}〔J〕，U_{V}〔J〕，U_{VI}〔J〕と表す。

(a) $U_{\mathrm{I}} = U_{\mathrm{V}} = U_{\mathrm{VI}}$　　(b) $U_{\mathrm{V}} > U_{\mathrm{VI}} > U_{\mathrm{I}}$

(c) $U_{\mathrm{V}} > U_{\mathrm{I}} > U_{\mathrm{VI}}$　　(d) $U_{\mathrm{I}} > U_{\mathrm{V}} > U_{\mathrm{VI}}$

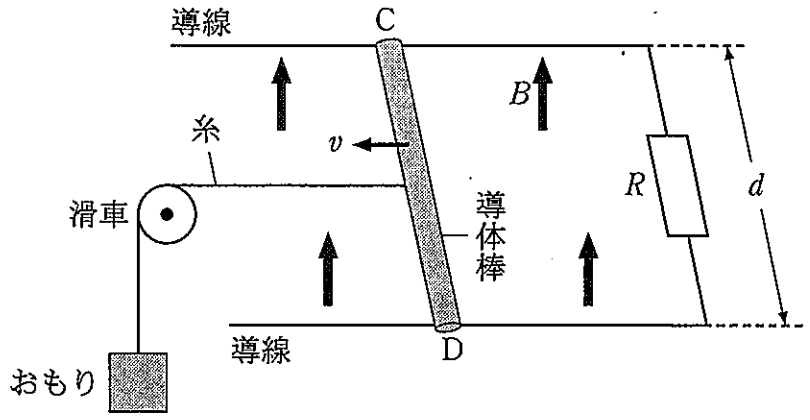
(2) 行程Ⅰ，Ⅴ，Ⅵの気体の状態変化において，それぞれの状態の気体が外部にした仕事の大小関係を正しく表しているのはどれか。次の(a)～(d)の中から選び，記号で答えなさい。また，その理由を説明しなさい。ただし，行程Ⅰ，Ⅴ，Ⅵの気体が外部にした仕事をそれぞれ W_{I}〔J〕，W_{V}〔J〕，W_{VI}〔J〕と表す。

(a) $W_{\mathrm{I}} = W_{\mathrm{V}} = W_{\mathrm{VI}}$　　(b) $W_{\mathrm{V}} > W_{\mathrm{VI}} > W_{\mathrm{I}}$

(c) $W_{\mathrm{V}} > W_{\mathrm{I}} > W_{\mathrm{VI}}$　　(d) $W_{\mathrm{I}} > W_{\mathrm{V}} > W_{\mathrm{VI}}$

【共通問題】　この問題はすべての受験生が解答すること。

4　図に示すように，鉛直上向きの一様な磁束密度 B〔T〕の磁場中に，水平に間隔 d〔m〕で平行に置かれた 2 本の導線がある。導線間の電気抵抗を R〔Ω〕とし，導線上に軽くて抵抗の無視できる導体棒を置く。導体棒と導線の接触点をそれぞれ C，D とし，C，D 点での接触による抵抗はないものとする。導体棒は導線に対して常に垂直であり，導線に接触しながら導線上をなめらかに動くことができる。導体棒には，導線と平行に軽い糸が取り付けられ，摩擦の無視できる滑車を通して質量 m〔kg〕のおもりがつながれている。導体棒の運動方向は，図の水平左向きを正とし，おもりの運動方向については鉛直下向きを正とする。棒と導線に流れる電流がつくる磁場(磁束密度)は，B に比べて十分小さく無視できるものとする。重力加速度の大きさを g〔m/s^2〕とし，おもりが地面に接触することはないとして以下の問いに答えなさい。



(1) 以下の文章を読み，①～③に当てはまる適切な記号を選びなさい。

図のように導体棒が導線に接触しながら水平左向きに運動しているとき，導体棒は，C側が［ ① ］，D側が［ ② ］でV〔V〕の誘導起電力が発生する。このとき，抵抗Rと導体棒および導線からなる回路に流れる電流の向きは，［ ③ ］の法則によって決まる。

①の選択肢　(a)　正　極，(b)　負　極

②の選択肢　(a)　正　極，(b)　負　極

③の選択肢　(a)　レンツ，(b)　オーム，(c)　キルヒホッフ

(2) 導体棒CDの速さがv〔m/s〕($v > 0$)のとき，導体棒CD間に生じる誘導起電力の大きさVを求めなさい。

(3) (2)の誘導起電力により，導体棒と導線からなる回路に流れる電流の強さI〔A〕を，v，B，d，Rの中から必要なものを用いて表しなさい。

(4) (3)の電流によって導体棒CDが磁場から受ける力の大きさF〔N〕をv，B，d，Rの中から必要なものを用いて表しなさい。

(5) 十分に時間が経過すると，糸が導体棒を引く力(おもりにはたらく重力)と導体棒が磁場から受ける力がつり合い，導体棒は等速度運動する。このときの導体棒の速さv_c〔m/s〕をm，g，B，d，Rの中から必要なものを用いて表しなさい。

(6) 導体棒が一定の速さv_cに達したとき，おもりが単位時間あたりに失う力学的エネルギーE〔J/s〕をm，g，B，d，Rの中から必要なものを用いて表しなさい。

(7) (6)のとき，抵抗Rでの単位時間あたりに発生するジュール熱Q〔J/s〕をm，g，B，d，Rの中から必要なものを用いて表しなさい。また，EとQの間の関係を数式で示しなさい。

(8) 以下の文章を読み，④に当てはまる適切な記号を選びなさい。

図に示したような磁場中を運動する導体は，［ ④ ］の原理に応用されている。

④の選択肢　(a)　モーター(発電機)，(b)　電　池，(c)　コンデンサー