

(前期日程)

平成24年度 理科 物理Ⅰ・物理Ⅱ(物理)
化学Ⅰ・化学Ⅱ(化学)

科目の選択方法

教育学部の受験者

届け出た1科目を解答すること。

理学部の受験者

各受験コースで指定された科目を解答すること。

医学部の受験者

物理Ⅰ・物理Ⅱ(物理)と、化学Ⅰ・化学Ⅱ(化学)を解答すること。

工学部の受験者

機械工学科、電気電子工学科を受験する者は、物理Ⅰ・物理Ⅱ(物理)を解答すること。

環境建設工学科、機能材料工学科、応用化学科、情報工学科を受験する者は、物理Ⅰ・物理Ⅱ(物理)、化学Ⅰ・化学Ⅱ(化学)のいずれか1科目を解答すること。

農学部の受験者

届け出た1科目を解答すること。

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 出題科目及びページは、下表のとおりです。

出題科目	ページ
物理Ⅰ・物理Ⅱ(物理)	1～15
化学Ⅰ・化学Ⅱ(化学)	16～27

- 3 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁及び解答用紙の汚れ等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせなさい。
- 4 解答は、すべて解答用紙の指定のところに記入しなさい。

物理Ⅰ・物理Ⅱ（物理）

教育学部，理学部，工学部および農学部を受験生は，□1～□4を解答すること。

医学部を受験生は，□1～□2を解答すること。

1 次の設問に答えよ。

I 図1のように、高さ h_0 の台の上から質量 m の小球を初速度 v_0 で水平に投げ出した。小球は滑らかな床に衝突した後に、高さ h_1 ($h_1 < h_0$) まで上がり、以降は床との衝突をくり返した。以下の問いに答えよ。ただし、空気抵抗を無視し、重力加速度の大きさを g とする。

問 1 (1) 小球が最初に床に衝突するまでの時間を求めよ。

(2) 図中の距離 OA を求めよ。

(3) 図中の距離 AB を求めよ。

問 2 (1) 小球と床の反発係数を求めよ。

(2) 床に 2 回衝突した後に最も高くなる位置 C における小球の高さを求めよ。

(3) 床に n 回衝突した後に最も高くなる位置での小球の高さを求めよ。

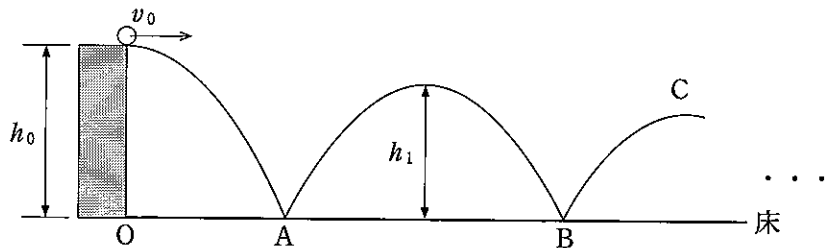


図 1

II 鉛直方向に等加速度で上昇しているエレベーター内で、エレベーターの床から高さ H の位置で質量 m の小球を静かに手離す。以下の空欄に適当な式を入れ、小球が床に落ちるまでの時間を求めよ。ただし、空気抵抗を無視し、重力加速度の大きさを g とする。

最初に、エレベーターの床と地面が同じ高さにあるとする。このエレベーターが時刻 0 で初速度 0 、加速度 a で上昇し始め、時刻 t_1 のときに小球を静かに手離す。時刻 t_1 からさらに t_2 だけ経過した時刻 $t_1 + t_2$ のときに、地面から測ったエレベーターの床の高さ y_e は と表される。一方、時刻 $t_1 + t_2$ のときの地面から測った小球の高さ y_m は と表される。

次に、小球が手を離れてから床に落ちるまでの時間を改めて t_2 とする。この時間は、小球とエレベーターの床が地面から同じ高さになるまでの時間であるので、 t_2 は となる。

2

I 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

図1のように磁束密度が B (wb/m²)の一様な磁界中に、長さ L (m)の直線状の導体を磁界の方向に対して 90° におき、これを磁界に垂直な方向に速さ v (m/s)で動かすと、導体には大きさが [V]で与えられる電圧が生じる。

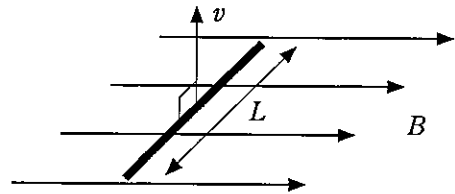


図1

この現象を という。発電所ではこの原理によって、様々な方法でコイルを回して発電している。水力発電所ではダムにためた水、火力発電所^①では水を熱して得られる水蒸気を利用して発電している。一方、太陽光発電所^②では太陽エネルギーを直接電気エネルギーに変換している。

発電された電気を直流で送電することを考える。出力(供給可能な電力)が、 P [W]の発電所からその全電力を電圧 V [V]で送電する場合、電流は [A]であり、送電線全体の抵抗を R [Ω]とすれば、送電線で消費される電力は [W]となる。したがって同じ出力であれば、電圧を し、電流を することで送電における損失を減少させることができる。

問1 文章中の , , に入る式を答えよ。

問2 文章中の にあてはまる適当な用語を答えよ。また , には「大きく」か「小さく」のどちらかが入る。どちらかを選択してそれぞれ答えよ。

問 3 下線部①に関して、図 2 のような 1 辺の長さが 10 cm である正方形の 1 巻のコイルが、角速度 $\omega = 300 \text{ rad/s}$ 、磁束密度 $B = 1.0 \text{ wb/m}^2$ の一様な磁界中で回転している。いま、時間 $t = 0$ において、図 2 のようにコイルの面が磁界と平行な状態にあるとき、コイルに発生する電圧の時間変化を表したものとして正しいものを図 3 の中から 1 つ選び記号で答えよ。また、その電圧の最大値を求めよ。

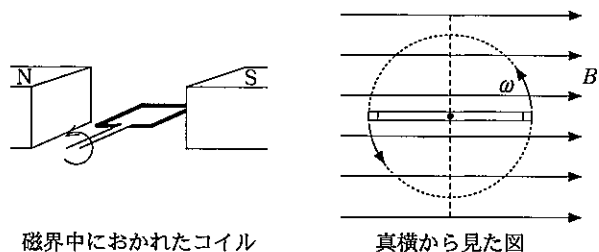


図 2

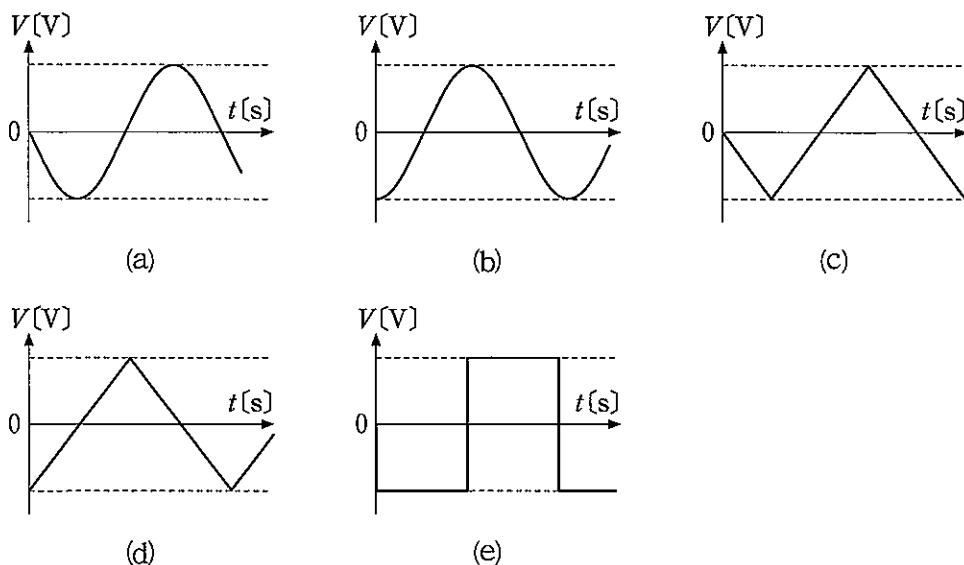


図 3

問 4 下線部②に関して、1 時間に 20 t の石炭を消費する火力発電所で、発電効率を 40 % (発熱量の 40 % が電力に変わる)、石炭 1.0 t あたりの発熱量を $6.0 \times 10^6 \text{ kcal}$ とすれば、この発電所の出力は何 kW になるか。有効数字 2 桁で答えよ。ただし、仕事当量は 4.2 J/cal とする。

II 図4のように直流電源(電圧 V [V]), 抵抗(抵抗値 R [Ω]), コンデンサー(静電容量 C [F]), コイル(自己インダクタンス L [H])および2つのスイッチ $S1$, $S2$ が接続されている。最初, スイッチはともに開いており, コンデンサーには電荷が充電されていないとする。導線やコイルなどがもつ回路の抵抗は無視できるものとして, 以下の問いに答えよ。なお, 計算において必要であれば, 円周率は π を用いよ。

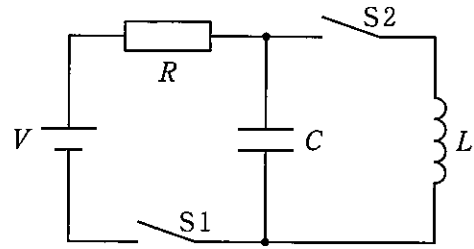


図4

問1 スイッチ $S1$ を閉じてスイッチ $S2$ を開いたときを $t=0$ とする。時間 t [s] と抵抗に流れる電流 I_R [A] の関係を表した図として, 最も適当なものを図5の中から1つ選び記号で答えよ。また, その理由として適当なものを(ア)~(オ)の中から1つ選び記号で答えよ。

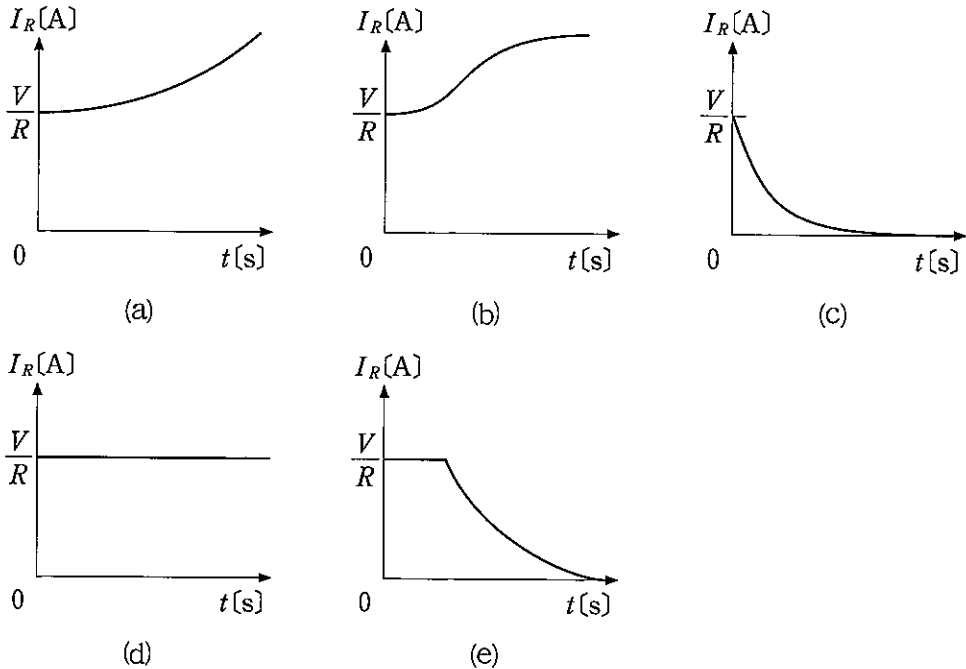


図5

- (ア) コンデンサーの静電容量に関係なくオームの法則にしたがうので、 I_R は V/R で一定となる。
- (イ) コンデンサーに電荷がたくわえられ、その電荷が電流として流れるので、 I_R は V/R より大きくなっていく。
- (ウ) コンデンサーに電荷がたくわえられ、その電荷が電流として流れるため I_R は大きくなっていくが、コンデンサーへの充電が完了すると、 I_R は一定の値となる。
- (エ) コンデンサーに電荷がたくわえられることによって、コンデンサー両端の電位差がしだいに V に近づいていくため、 I_R はしだいに小さくなっていく。
- (オ) コンデンサーにたくわえられている電荷が少ないときは、 I_R は V/R で変わらないが、コンデンサーにたくわえられる電荷がある量を超えると、 I_R はしだいに小さくなっていく。

問 2 問 1 の状態から十分に時間が経過した後に、コンデンサーにたくわえられている電荷量を答えよ。

問 3 問 2 の状態からスイッチ S_1 を開いて、スイッチ S_2 を閉じた。この時間を改めて $t=0$ として、時間 $t[s]$ とコイルに流

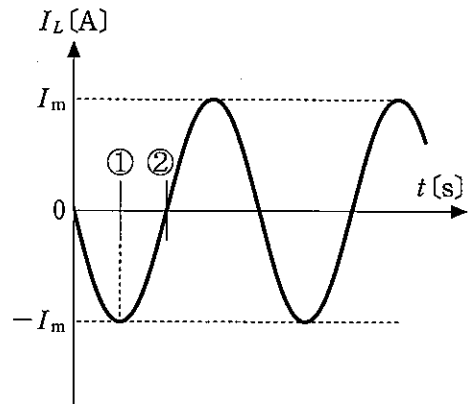


図 6

れる電流 $I_L[A]$ の関係を表すと、図 6 のように周期的に振動する波形となった。この波形の周期を答えよ。

問 4 図 6 の①、②のそれぞれの時間におけるコンデンサーとコイルにたくわえられているエネルギーを考慮して、図中の $I_m(>0)$ を L 、 C 、 V を用いて答えよ。

I 以下の ～ に【語句群】から最もあてはまる語句を選べ。

波動とは媒質の中を振動が伝わっていく現象である。媒質の振動方向と同じ方向に進む波を といい、それに対して、媒質の振動方向と垂直な方向に進む波を という。ある点を波の山(または谷)が通過した後、再び波の山(または谷)が通過するまでの時間を波の といい、また、ある点を1秒間に通過する山(または谷)の数を という。隣り合う山と山(または谷と谷)の距離を という。2つの波が重なって、振動を強めたり弱めたりする現象を波の という。波の山と山(または谷と谷)が重なると波の振幅は なり、波の山と谷が重なると波の振幅は なる。場所によって決まった振幅で振動する波を といい、この波で最も大きく振動する点を腹、全く振動しない点を節という。波が進行方向の障害物の背後に回りこんで進む現象を といい、これは波の が障害物やすき間の大きさと比べて、同程度のときに最もよく起こる現象である。

【語句群】

正弦波,	搬送波,	縦波,	振幅,	周期,
位相,	振動数,	波長,	球面波,	定常波,
平面波,	偏光,	屈折,	回折,	反射,
共鳴波,	横波,	パルス波,	独立性,	FM 変調,
干渉,	大きく,	小さく		

II 図1のような内径が一定である長いガラス管の中に、柄のついたピストンをはめこんで閉管とし、音源を開口端(管口)の近くに置いた。一定の振動数 f [Hz] で音源を鳴らしながら、開口端からゆっくりとピストンを引いていくと、開口端からピストンまでの距離が l_1 [m] と l_2 [m] の2か所のみで共鳴が起きた。このとき、以下の問いに答えよ。ただし、 $f > 0$ 、 $l_2 > l_1 > 0$ である。

問 1 開口端における波の腹の位置は、管の外側に少しずれていることが知られている。開口端から何 m 外に腹があるか求めよ。以下、いずれの場合にも、開口端における腹はこの位置にできるものとする。

問 2 l_2 [m] の位置で共鳴が起きているとき、ガラス管内部における節および腹は、それぞれ開口端から何 m のところにあるか求めよ。

問 3 音源の発する音波の波長は何 m か、さらに、音速は何 m/s か求めよ。

問 4 ピストンの位置を開口端から l_2 [m] に保ち、音源の振動数を f [Hz] より小さくしたり大きくしたりする。 f [Hz] 以外に共鳴を起こす音源の振動数は何 Hz か、最も値の小さい方から2つを求めよ。

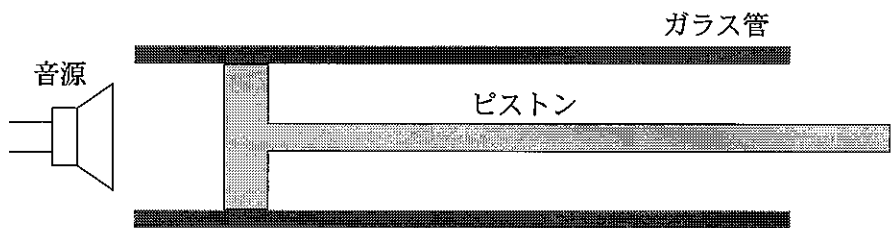


図 1

Ⅲ 図2のように、物体、凸レンズ、スクリーンが並んでいる。凸レンズと物体の距離 OA を 20 cm、さらに、凸レンズとスクリーンの距離 OB を 60 cm になるように配置したところ、スクリーン上に明瞭な像が現れた。このとき、以下の問いに答えよ。

問 1 このレンズの焦点距離は何 cm か求めよ。

問 2 スクリーン上に現れる像の種類として適切なものを、【記号群】から選び記号で答えよ。

問 3 光軸上でレンズをスクリーンの方向へ何 cm 動かすと、スクリーン上に再び明瞭な像が現れるか求めよ。さらに、このとき現れる像の種類として適切なものを、【記号群】から選び記号で答えよ。

【記号群】

- ア. 実物と同じ大きさの正立の実像
- イ. 実物より大きい正立の実像
- ウ. 実物より小さい正立の実像
- エ. 実物と同じ大きさの倒立の実像
- オ. 実物より大きい倒立の実像
- カ. 実物より小さい倒立の実像
- キ. 実物と同じ大きさの正立の虚像
- ク. 実物より大きい正立の虚像
- ケ. 実物より小さい正立の虚像
- コ. 実物と同じ大きさの倒立の虚像
- サ. 実物より大きい倒立の虚像
- シ. 実物より小さい倒立の虚像

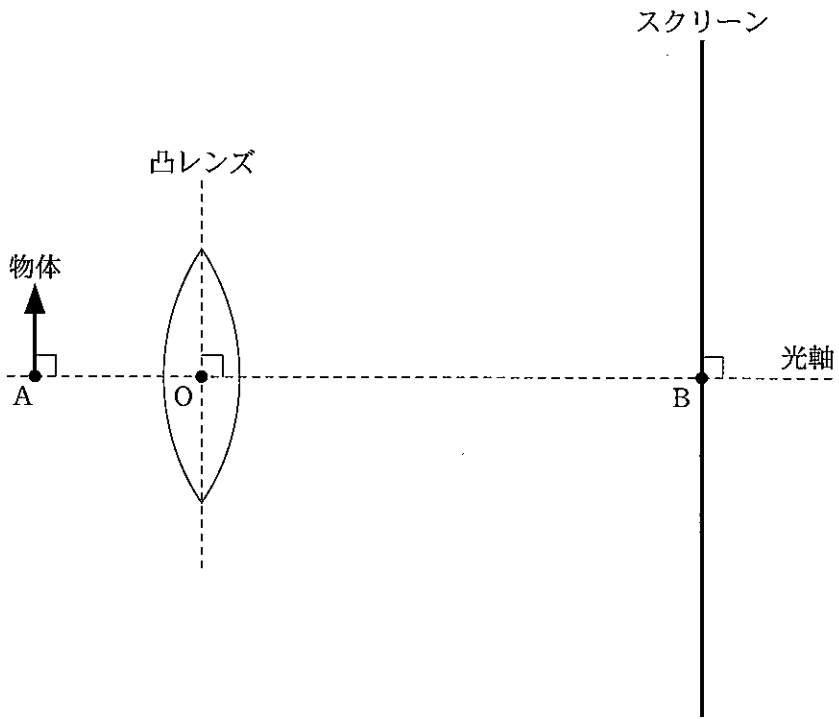


図 2

4 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

熱はエネルギーのひとつの形態であり、電気エネルギー・化学エネルギー・力学的エネルギーなど様々なエネルギーに変換して利用することができる。くり返して動き、物体が得た熱の一部を仕事に変える装置を熱機関という。熱機関を用いると、高温の熱源から熱をもらい、その一部を仕事に変え、残りの熱を低温の熱源に放出することができる。^①逆に、熱機関に仕事を与え、低温の熱源から熱を奪い高温の熱源に逃がすこともある。^②いま、熱機関が、高温の熱源から熱量 Q を受け取り、その一部を外部にする仕事 W に変え、残りの熱量 Q' を低温熱源に捨てるとする。熱機関が1回動作して元の状態に戻ったとき、エネルギー保存則から $W = Q - Q'$ が成り立つ。高温熱源から取り出せる熱量 Q に対する、取り出せる仕事 W の割合

$$e = \frac{W}{Q} = \frac{Q - Q'}{Q} \quad (1)$$

を熱機関の効率という ($e < 1$)。熱機関をいくら改良しても、効率 e には限界がある。高温熱源の温度を T 、低温熱源の温度を T' とすると、 e の最大値は

$$e = \frac{T - T'}{T} \quad (2)$$

であることが理論的な考察から知られている。

問 1 次の装置の中で下線部①、②のタイプに該当するものをそれぞれ1つ選び記号で答えよ。

- (ア) 太陽電池
- (イ) 赤外線温度計
- (ウ) 蒸気機関
- (エ) 冷・暖房用エアコン(ヒートポンプ式)
- (オ) マグネトロン(電子レンジ)

問 2 ある物質について温度 T および $T - \Delta T$ における圧力と体積の関係を描くと、図 1 のような平らな部分のある形になった。この物質を使った仮想的な可逆熱機関を考え、図 1 の $L \rightarrow G \rightarrow G' \rightarrow L'$ の順に 1 周させる (1 サイクル)。 $L \rightarrow G$ および $G' \rightarrow L'$ の状態変化は温度一定のもとで行われる。また、 $G \rightarrow G'$ および $L' \rightarrow L$ の変化は断熱的に行われるものとする。

状態 L (G) での温度は T 、圧力は P であり、状態 L' (G') での温度は $T - \Delta T$ 、圧力は $P - \Delta P$ である。 V_L 、 V_G はそれぞれ状態 L 、状態 G での物質の体積である。なお、状態 L と状態 G の温度差 ΔT 、圧力差 ΔP が微小である場合には、状態 L' 、状態 G' での体積はそれぞれ V_L 、 V_G に等しいと近似できる。以下の問いに答えよ。

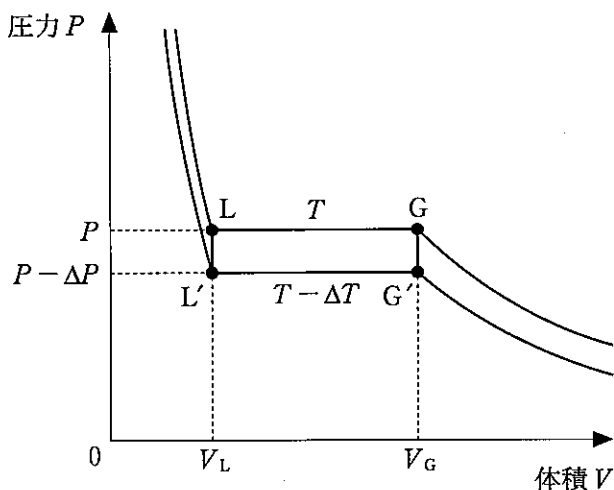


図 1

- (1) $L \rightarrow G$ の状態変化は等温膨張であると同時に圧力 P での定圧変化でもある。このときに物質が外部に対して行う仕事 $W_{L \rightarrow G}$ を求めよ。また、 $G' \rightarrow L'$ で物質が行う仕事 $W_{G' \rightarrow L'}$ を求めよ。
- (2) 熱機関が 1 サイクルしたときに物質が外部に対して行う全仕事量はいくらか。

(3) 熱機関が1サイクルする間に物質が高温熱源から受け取った熱量を Q_E とする。この熱機関の効率 e を求めよ。

(4) この熱機関の効率が、文中の式(2)に一致して

$$e = \frac{T - (T - \Delta T)}{T} = \frac{\Delta T}{T}$$

で与えられるとする。比 $\frac{\Delta T}{\Delta P}$ を T , Q_E , V_L , V_G を用いて示せ。

(5) 状態 L と状態 G がそれぞれ物質の液体と気体の状態を表す場合には、 $L \leftrightarrow G$ では液体と気体が共存している状態にある。そのときの温度 T は圧力 P での物質の沸点、熱量 Q_E は蒸発熱に相当する。100 °C (373 K) における水 1 kg あたりの蒸発熱は何 [kJ/kg] か、下記の数値を参考にして、有効数字 2 桁で求めよ。なお、気体状態での体積は液体での体積に比べて十分に大きく、 $V_G - V_L \approx V_G$ と近似してよい。

水蒸気 1 kg あたりの体積 (100 °C) : 1.7 m³

水の飽和蒸気圧 :

温度 [°C]	飽和蒸気圧 [Pa]
99.0	0.977×10^5
100.0	1.013×10^5

化学の試験問題は次ページに続く。