九州大学 一般 前期

平成23年度入学試験問題

理　　　科

（注　意　事　項）

1. 問題冊子は指示があるまで開かないこと。
2. 届け出た選択科目以外は解答してはならない。
3. 問題冊子のページ及び解答紙は次のとおりである。「始め」の合図があったら届け出た選択科目についてそれぞれを確認すること。

	問題冊子	解　答　紙	
科　　目	ペ　ー　ジ	解答紙番号	枚　数
物理Ⅰ・物理Ⅱ	1　～　14	18　～　21	4
化学Ⅰ・化学Ⅱ	15　～　28	22　～　27	6
生物Ⅰ・生物Ⅱ	29　～　42	28　～　33	6
地学Ⅰ・地学Ⅱ	43　～　53	34　～　38	5

4. 各解答紙の2箇所に受験番号を記入すること。
5. 解答はすべて解答紙の所定の欄に記入すること。
6. 計算その他を試みる場合は，解答紙の裏又は問題冊子の余白を利用すること。
7. この教科は，2科目250点満点（1科目125点満点）です。なお，医学部保健学科（看護学専攻）については，2科目100点満点に換算します。

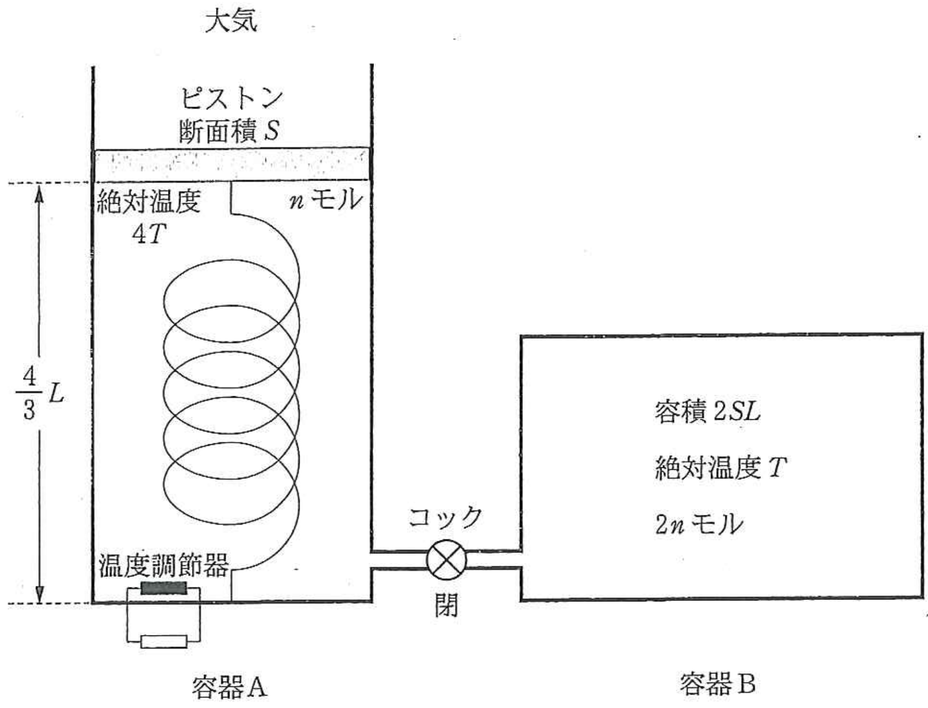
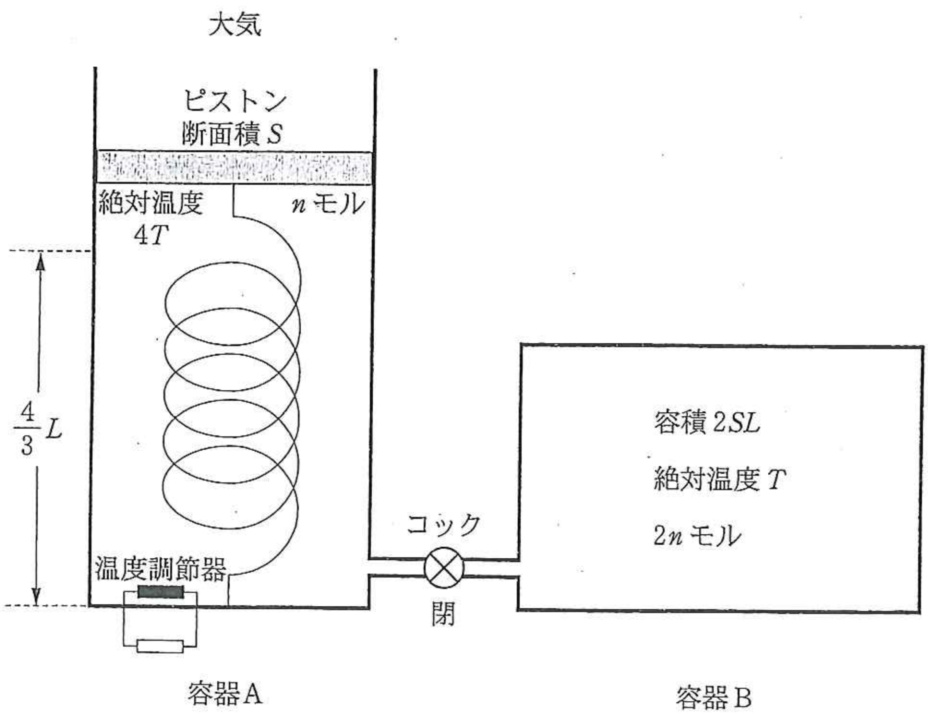
九州大学 一般前期

問 題 訂 正

物理Ｉ・物理II		
訂正	２ページの〔１〕の問２の３行目を訂正する。	
	正	質量 m の<u>静止している</u>物体２に衝突し,
	誤	質量 m の物体２に衝突し,

九州大学
一般 前期

問 題 訂 正

物理Ⅰ・物理Ⅱ		
訂正	１３ページの〔３〕の図３（ｂ）を訂正する。	
	正	 図 3 (b)
	誤	 図 3 (b)

物　理　Ⅰ・物　理　Ⅱ

〔1〕 以下の問いに答えよ。(45点)

図1(a)に示すように曲面と水平面がなめらかにつながっている。大きさが無視できる質量 m の物体1を水平面から H の高さの曲面上の位置に置き，静かに手を離す。空気の抵抗は無視できる。速度および加速度は図1(a)における水平方向右向きを正とする。また，重力加速度の大きさを g とする。

問 1. 物体1は曲面に沿って落下し，水平面上を進み，点Pまで到達したときの速度が v_0 であった。曲面および水平面上の点Pまでは摩擦はないものとする。

水平面からの高さ H を v_0 と g を用いて表せ。

問 2. 水平面上の点Pから固定壁までの区間では物体に摩擦力が作用する。ただし動摩擦係数は μ とする。質量 m の物体1が点Pから距離 L だけ進んで，大きさが無視できる質量 m の物体2に衝突し，衝突後は物体1と物体2は質量 $2m$ の一体の物体となって運動を始めた。特に指定がない限り，以下の問いに m，μ，v_0，L，g の中から必要なものを用いて答えよ。

(1) 摩擦力を考慮することにより，物体1が点Pから距離 L だけ進む間の加速度を求めよ。

(2) 物体1が点Pを通過してから物体2に衝突するまでの時間 T を求めよ。

(3) 衝突直前の物体1の速度 v_1 を T，μ，v_0，g を用いて表せ。

(4) 一体となった物体の衝突直後の速度 v_2 を速度 v_1 を用いて表せ。

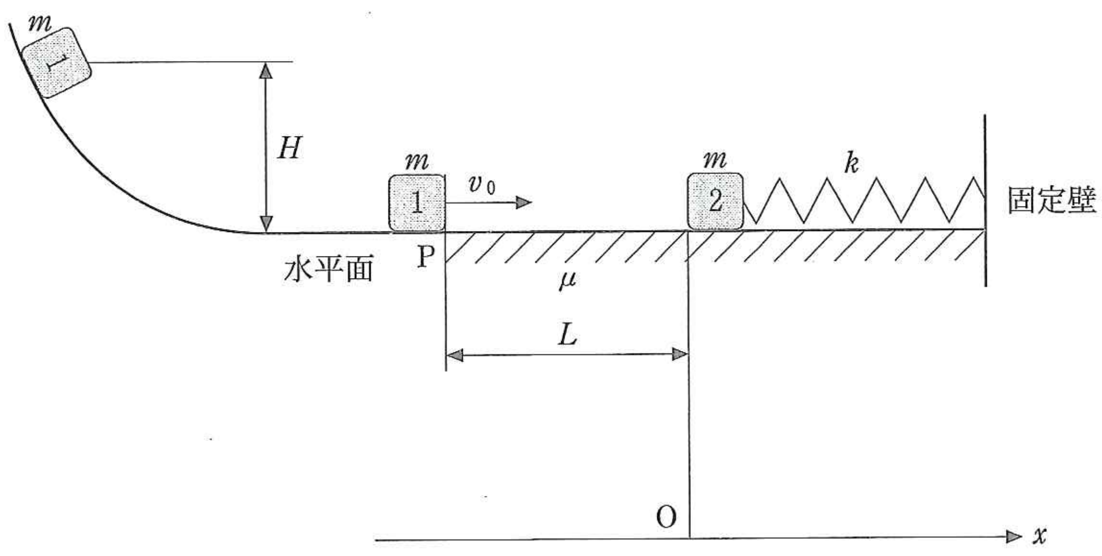


図 1 (a)

問 3. 衝突前の物体 2 は固定壁に質量の無視できるばねでつながれており，ばねの長さは自然長になっている。ばね定数を k とする。物体 1 と物体 2 が衝突した点を原点にとり，ばねが圧縮される方向を x 座標の正の向きにとる。衝突後に一体となり速度 v_2 で運動を始めた物体は，ばねの復元力の影響で振動する。物体は離れることなく常に一体となって運動し，その運動は点 P と固定壁の範囲内に収まるとする。振動する過程で進行方向と逆向きに摩擦力が発生するので力学的エネルギーが失われることになる。一体となった物体は，図 1 (b)に示すように原点 O から変位 x の正側の極大点 A に到達した後，逆方向に運動して負側の極小点 B に達し，同様の運動を繰り返して，物体の振れ幅は時間とともに小さくなった。特に指定がない限り，以下の問いに m，μ，v_2，g，k，および点 A，点 B における原点 O からの距離 a，b の中から必要なものを用いて答えよ。

(1) 衝突直後の一体となった物体の運動エネルギーを求めよ。

(2) 変位の極大点 A に達するまでに，ばねは a だけ押し縮められた。そのときばねに蓄えられている弾性エネルギーを表せ。

(3) 衝突してから変位の正側の極大点 A に達する間に摩擦によって失われる力学的エネルギーを求めよ。

(4) ばねに蓄えられる弾性エネルギーと摩擦によって失われる力学的エネルギーに着目して，原点 O から点 A までの距離 a を m，μ，v_2，g，k を用いて表せ。

(5) 図 1 (b)に示すように一体となった物体が点 A から点 B まで動く間の，ばねの弾性エネルギーと摩擦によって失われる力学的エネルギーに着目して，距離の差 $a - b$ を m，μ，g，k を用いて表せ。

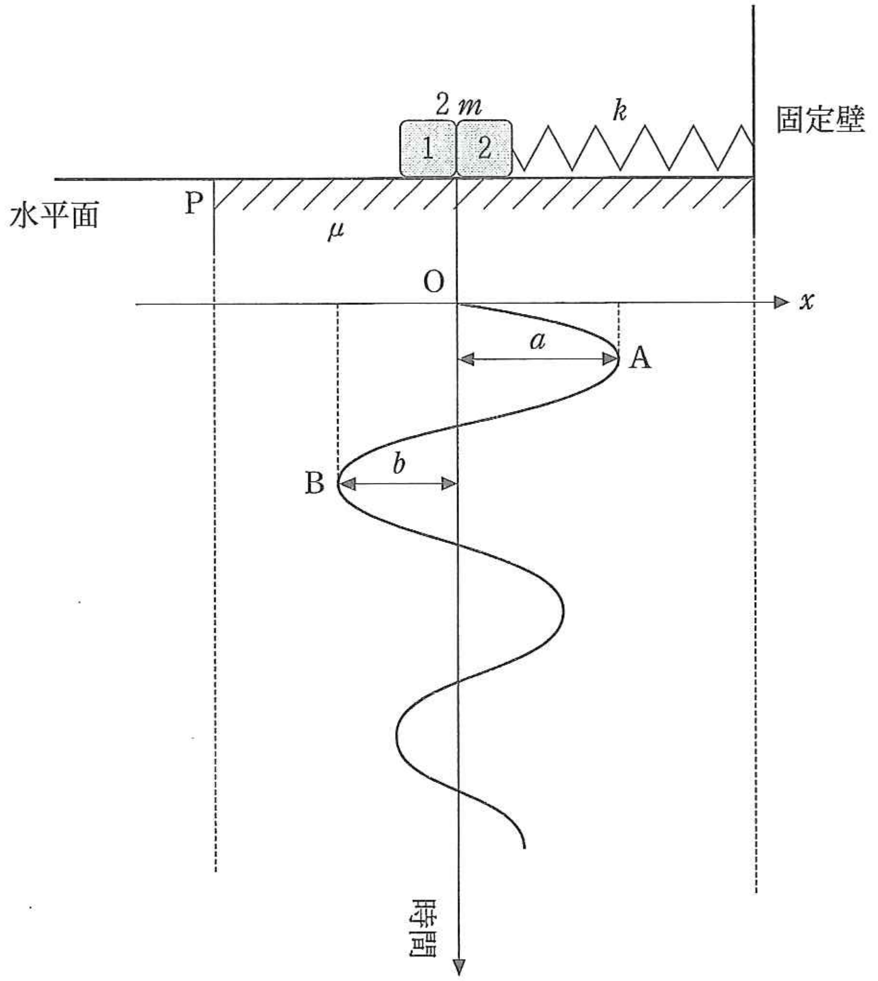


図 1 (b)

〔2〕 以下の問いに答えよ。(40点)

図2(a)に示すように，水平面上に十分長い2本の導体レールを間隔Lで平行に置き，磁束密度Bの一定で一様な磁場を鉛直下向きに加えた。導体レールの上に乗せた質量mの導体棒は，導体レールと直角を保ちながら移動し，移動の際の摩擦は無視できるものとする。

導体レールに端子J，Kをつけ，端子Jの電位をV_J，端子Kの電位をV_Kとし，端子間の電圧Vを$V = V_J - V_K$とする。導体棒に流れる電流をI，導体棒にはたらく力をF，導体棒の速度をvとし，それぞれ図中の矢印の向きを正とする。導体棒に作用する空気抵抗，回路に流れる電流による磁界，回路の電気抵抗は無視できるものとする。

問 1. 以下の文章の空欄にあてはまる数式または語句を答えよ。ただし，[イ]には語句が入り，[ア]および[ウ]～[キ]には数式が入る。数式はm，B，L，Iの中から必要なものを用いて表せ。また，同じ記号の欄には同じものが入る。

導体棒にはたらく力Fと導体棒に流れる電流Iには$F=$ [ア] $\times I$の関係があり，このような力を[イ]とよぶ。微小な時間Δtの間に導体棒の速度がΔvだけ変化したとすると，時間Δtの間の導体棒の平均の加速度は$\dfrac{\Delta v}{\Delta t}$と書ける。時間$\Delta t$の間に導体棒にはたらく力$F$が一定であるとすると，時間$\Delta t$の間の平均加速度$\dfrac{\Delta v}{\Delta t}$と力$F$の関係式は，$\dfrac{\Delta v}{\Delta t}=$ [ウ] $\times F$と書くことができる。

一方，導体棒が速度 v で動くことにより誘導起電力が生じるが，この誘導起電力は図 2 (a)の回路では端子間の電圧 V と等しくなる。このため，電圧 V と速度 v の関係式は，$V=$ $\boxed{\quad エ \quad}$ $\times v$ と書くことができる。これより，微小な時間 Δt の間の端子間電圧の変化を ΔV，時間 Δt の間の導体棒の速度の変化を Δv とすると，$\dfrac{\Delta V}{\Delta t}=$ $\boxed{\quad エ \quad}$ $\times\dfrac{\Delta v}{\Delta t}$ の関係式が成り立つ。

以上のことから，電流 I と $\dfrac{\Delta V}{\Delta t}$ との間には，$I=$ $\boxed{\quad オ \quad}$ $\times\dfrac{\Delta V}{\Delta t}$ の関係式が成り立つ。

さらに，導体棒を流れる電流 I は，導体棒を単位時間に通過する電気量であるため，微小な時間 Δt の間に導体棒を通過する電気量 ΔQ は，$\Delta Q=$ $\boxed{\quad カ \quad}$ $\times\Delta t$ と書くことができる。以上の結果は，端子 J，K から導体レール側を見たとき，端子間にコンデンサーがつながっていると見なしてよいことを示している。そのコンデンサーの電気容量 C は，$C=$ $\boxed{\quad キ \quad}$ となる。

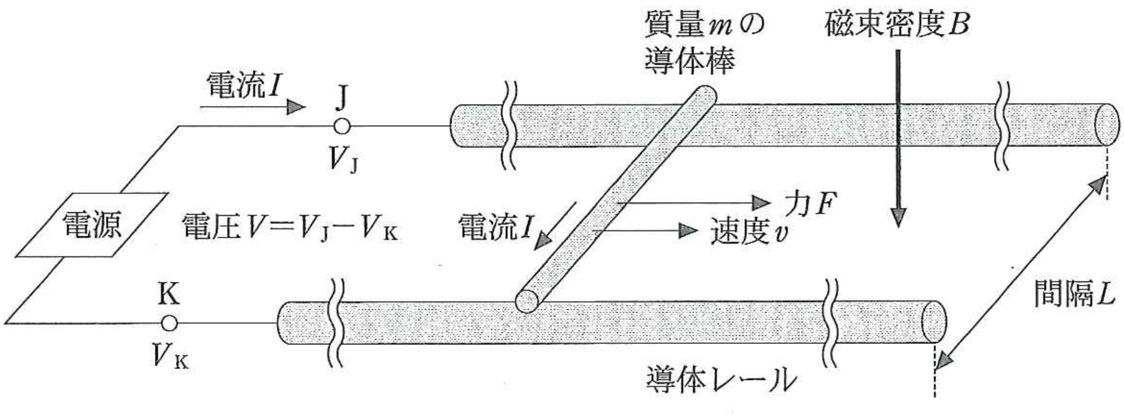


図 2 (a)

問 2. 端子間の電圧 V を図 2(b)のように時間 t とともに変化させた。それに伴って下記の(1), (2)に示す量も変化した。問 1 の数式 $\boxed{\quad オ \quad}$ を記号 A とおく。

$0 < t < T$, $T < t < 2T$, $2T < t < 4T$ のそれぞれの期間において, (1), (2)に示す量を A, V_S, T および時間 t の中から必要なものを用いて表せ。かつ, $0 < t < T$, $T < t < 2T$, $2T < t < 4T$ のそれぞれの期間における各量の時間変化をグラフに描け。

(1) 電流 I

(2) 電源から供給される向きを正とする電力 P

$0 < t < T$ の期間：$V = \dfrac{V_S}{T}t$

$T < t < 2T$ の期間：$V = V_S$

$2T < t < 4T$ の期間：$V = \dfrac{V_S}{2T}(4T - t)$

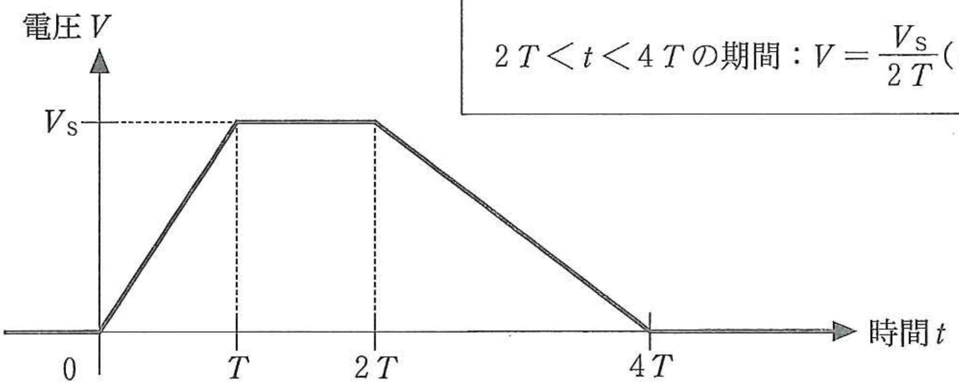


図 2(b)

〔3〕 以下の問いに答えよ。(40 点)

図 3(a)に示すように大気中に，鉛直方向になめらかに動くピストンとシリンダーからなる容器 A と，容器 B が，細い管でつながれていて，コックは閉じられている。ピストンの断面積は S であり，質量は無視できるものとする。シリンダーの底面とピストンは質量の無視できるばねでつながれており，ばねの自然長は L である。はじめピストンは，ばねの長さが自然長 L になる位置にストッパーで固定されており，容器 A 内は真空である。容器 A 内には温度調節器があり，内部の気体を加熱したり冷却したりできる。容器 B の容積は $2SL$ である。容器 A，B と細い管，およびコックは断熱材でできており，それらを通した熱の出入りは考えなくてよい。また，細い管の体積は無視できるものとし，ばねおよび温度調節器の体積と熱容量も無視できるものとする。さらに，大気の圧力は高さによらないものとする。気体定数を R とする。

問 1. はじめ容器 B 内には，絶対温度 $2T$ の単原子分子の理想気体が $3n$ モル入っていた。容器 B 内の気体の圧力を求めよ。

問 2. 次にコックを開くと，容器 B 内の気体が容器 A 内に拡散した。しばらくして熱平衡の状態に達したが，容器 A，B 内の気体の絶対温度は $2T$ のままであった。この拡散の際に，容器 A，B 内の気体がした仕事を求めよ。

問 3. さらに温度調節器を用いて，容器 A，B 内の気体の絶対温度を $2T$ から T に変化させた。この変化で気体が放出した熱量を求めよ。

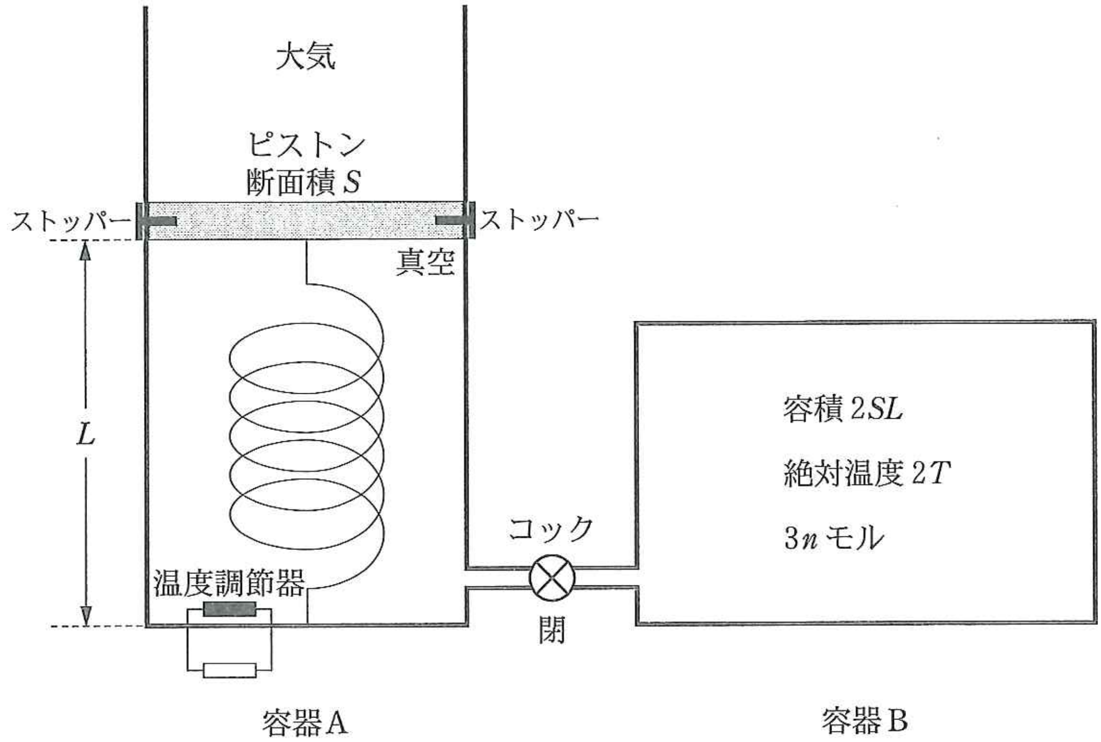

大気
ピストン
断面積 S
ストッパー
ストッパー
真空
L
温度調節器
コック
閉
容積 $2SL$
絶対温度 $2T$
$3n$ モル
容器A
容器B

図 3 (a)

問 4. 続いてピストンのストッパーを外して自由に動けるようにしたが，ピストンは動かなかった。その後，コックを閉じて容器 A 内の n モルの気体を温度調節器で絶対温度 T から $4T$ までゆっくりと加熱したところ，図 3 (b)に示すようにばねの長さは $\frac{4}{3}L$ になり，容器 A 内の気体の圧力は 3 倍になった。

(1) 大気の圧力を求めよ。

(2) この加熱による，容器 A 内の気体の内部エネルギーの増加を求めよ。

(3) この加熱の際に，容器 A 内の気体がした仕事を求めよ。

問 5. 最後に，ばねの長さが $\frac{4}{3}L$ の状態でピストンを固定した後，コックを開いた。しばらくして熱平衡の状態に達した。

(1) 熱平衡の状態に達した後の，容器 A，B 内の気体の温度を求めよ。

(2) 熱平衡の状態に達した後の，容器 A，B 内の気体の圧力を求めよ。

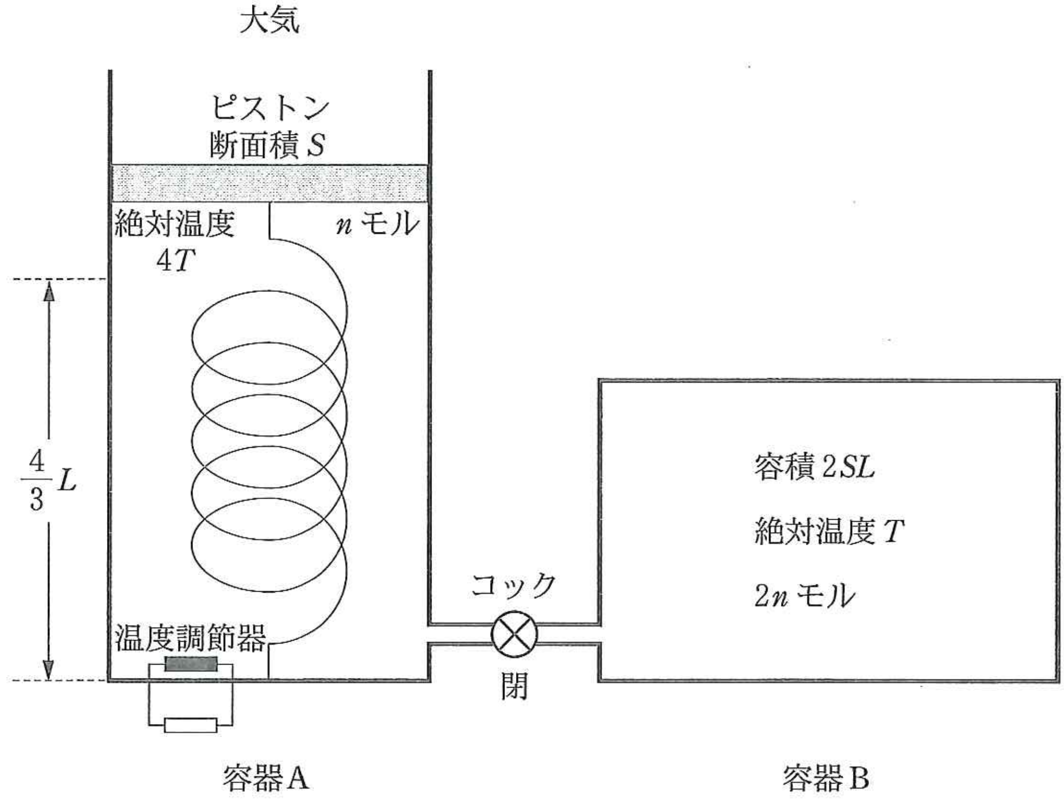

大気
ピストン
断面積 S
絶対温度
$4T$
n モル
$\frac{4}{3}L$
温度調節器
コック
閉
容積 $2SL$
絶対温度 T
$2n$ モル
容器A
容器B

図 3(b)