

ズバリ
的中

2024年度

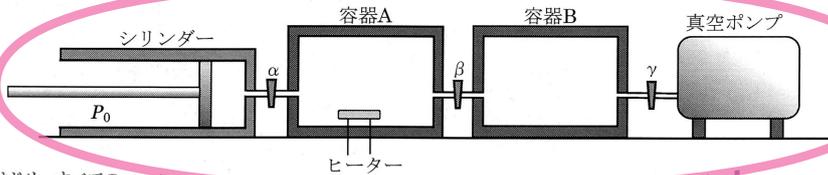
聖マリアンナ医科大学 一般後期
入試問題

2024年3月7日実施

YMS「聖マリ後期模試」から 入試問題がズバリ大的中!!

実際の入試問題

5 図のように、気圧 P_0 の室内の水平な床の上にシリンダーと容器 A、容器 B、そして真空ポンプが固定されている。シリンダーと容器 A はコック α のついた細管でつながれており、容器 A と容器 B はコック β のついた細管で、容器 B と真空ポンプはコック γ のついた細管でそれぞれつながれている。シリンダーの内側にはピストンが取り付けられており、ピストンはシリンダー内を滑らかに動くことができる。容器 A 内には、熱容量および体積の無視できるヒーターが取り付けられており、容器内の気体を一様に温めることができる。容器 B 内は真空ポンプにより真空にすることができる。容器 A、B やシリンダー、ピストン、細管、コックはすべて断熱材でできており、細管およびコック内の体積は無視できるものとする。容器 A と容器 B は頑丈にできているため変形することはない、それらの内部の体積は共に V である。気体定数を R とする。



はじめ、すべてのコックが閉じてあり、シリンダーとピストンの間には物質量 $\frac{n}{20}$ の単原子分子理想気体が入っており、容器 B 内は真空であった。さらにシリンダーとピストンの間の体積は $\frac{V}{5}$ のままピストンは静止していた。この状態を状態 I とする。

[1] 状態 I における容器 A 内の気体の温度を求めなさい。

次に、コック α およびコック γ を閉じたままコック β を開き、時間を十分に経過させた。この状態を状態 II とする。

- [2] 状態 II における容器 A 内の気体の温度を求めなさい。
- [3] 状態 II における容器 A 内の気体の圧力を求めなさい。
- [4] 状態 II における容器 B 内の気体の物質量を求めなさい。

状態 II に続き、コック α およびコック γ を閉じたままコック β も閉じた。そしてヒーターを用いて気体を温めることで、容器 A 内の気体の圧力を P_0 にした。この状態を状態 III とする。また、状態 II から状態 III へと変化する間にヒーターが気体に与えた熱量を Q とする。

[5] 熱量 Q を P_0 、 V を用いて表しなさい。

状態 III に続き、コック α およびコック γ を閉じたままコック β を開き、時間を十分に経過させた。そしてコック β を閉じた。この状態を状態 IV とする。

- [6] 状態 IV における容器 A 内の気体の内部エネルギーを P_0 、 V を用いて表しなさい。
- [7] 状態 IV における容器 A 内の気体の圧力を、 P_0 を用いて表しなさい。

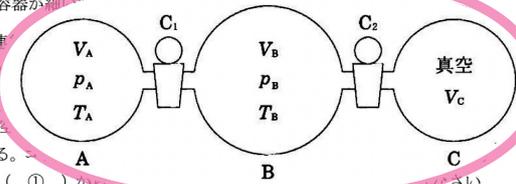


大学別
模試

「断熱容器内での
気体の混合」
が大的中!!

YMS 聖マリアンナ医科大学後期模試

5 断熱材でできた 3 つの容器が細管でつながれており、コックによって図のように連なっている。容器 A、B には図に示すように、圧力、温度の単原子分子の理想気体が入っており、容器 C は図に示す容積で真空である。初め、コック C_1 、 C_2 は閉じている。以下は文章 [A] ~ [C] の () に入る適切な数字を求めなさい。



[A] まず、容器 A 内の気体のモル数 n_A と内部エネルギー U_A を求める。容積 V_A である容器 A 内の気体の圧力を p_A 、温度を T_A とし、気体定数を R とすると、容器 A 内のモル数 n_A は (①) である。一方、単原子分子理想気体の定積モル比熱 C_V は気体定数 R を用いると (②) である。したがって、内部エネルギー U_A は、モル数 n_A 、定積モル比熱 C_V 、温度 T_A を用いて (③) と求められる。ここで、容器 B 内の気体のモル数 n_B と内部エネルギー U_B も同様に求められる。

[B] 次に、コック C_1 を開け、しばらくすると、容器 A、B 内の気体の温度は T_1 、圧力は p_1 となった。 T_1 と p_1 がいくらになるかを考える。

熱力学の第 (④) 法則から、内部エネルギーの変化量 ΔU は、外から加えた熱量 Q と外から気体にした仕事 W との間で、 $\Delta U = (⑤)$ のような関係がある。ここで、 Q は (⑥) であり、 W は (⑦) なので、 $\Delta U = 0$ となり、内部エネルギーは一定に保たれる。したがって、 U_A と U_B の和は、 n_A 、 n_B 、 C_V 、 T_1 を用いると、(⑧) と表される。 T_1 はこの式から計算される。

一方、容器 A、B 内の全体のモル数 n_1 は (⑨) と表される。したがって、容器 A と B の容積の和を V_1 とし、 n_1 、 T_1 を用いると、圧力 p_1 は (⑩) のように求められる。

[C] [B] に続いて、さらにコック C_2 を開け、しばらくすると、容器 A、B、C 内の温度は T_2 、圧力は p_2 となった。 T_2 と p_2 がいくらになるかを考える。

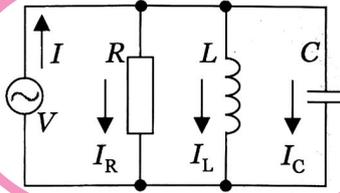
コック C_2 を開けても気体の内部エネルギーは一定に保たれることにより、温度 T_2 は T_1 を用いて (⑪) となる。



設問も一致!

実際の入試問題

3 図のように、交流電源に抵抗、コイル、コンデンサーを並列に接続した。時刻 t での交流電圧を $V = V_0 \sin \omega t$ とする。 V_0 は振幅、 ω は角周波数である。抵抗の抵抗値を R 、コイルの自己インダクタンスを L 、コンデンサーの電気容量を C とする。



〔1〕 以下の文章は、この交流回路のインピーダンス Z を求めるのに適切な式を入れなさい。

電源を流れる電流を I 、抵抗を流れる電流を I_R 、コイルを流れる電流を I_L 、コンデンサーを流れる電流を I_C とし、図の矢印の向きを各々の電流の正の向きとすると、キルヒホッフの第一法則より、 $I =$ (①) である。ここで、

I_R は V と同位相なので、 $I_R =$ (②) $\sin \omega t$

I_L は V よりも位相が $\frac{\pi}{2}$ 遅れるので、 $I_L =$ (③) $\cos \omega t$

I_C は V よりも位相が $\frac{\pi}{2}$ 進むので、 $I_C =$ (④) $\cos \omega t$

なので、三角関数の合成の公式 $A \sin \theta + B \cos \theta = \sqrt{A^2 + B^2} \sin(\theta + \alpha)$ 、 $\tan \alpha = \frac{B}{A}$ を用いると、 $I = Y V_0 \sin(\omega t + \phi)$ を得る。

ただし $Y =$ (⑤)、 $\tan \phi =$ (⑥) である。

以上より、 Y を用いた式で Z を表すと $Z =$ (⑦) となる。



「RLC並列
交流回路」
が的大的中!!

直前
講習

YMS 聖マリアンナ医科大学直前講習

3 抵抗、コンデンサー、コイル、交流電源を含む回路に

〔A〕 図1のように、スイッチ $S_1 \sim S_4$ 、抵抗値 R の抵抗、電気容量 C のコンデンサー、自己インダクタンス L のコイル、交流電源を接続した回路を考える。交流電源の角周波数を ω 、交流電圧 (点 b に対する点 a の電位) を $V = V_0 \sin \omega t$ とする。ただし、 t は時刻であり、交流電源の内部抵抗は無視できるものとし、 $t < 0$ においてすべてのスイッチは開いているものとする。

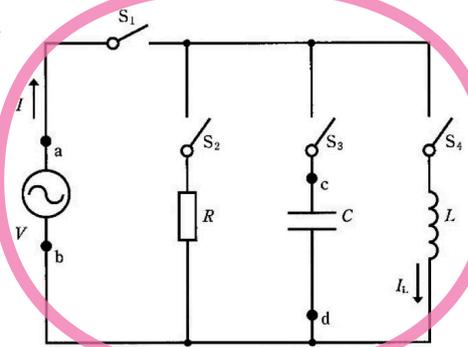


図 1



設問も一致!

〔1〕 時刻 $t = 0$ にスイッチ $S_1 \sim S_4$ を閉じて十分に時間が経過したあとの回路に流れる電流は

$I = I_0 \sin(\omega t + \phi_0)$ と表すことができた。 I_0 および $\tan \phi_0$ を求めなさい。ただし、電流 I は図

中の矢印の向きを正とする。

24 年度後期
出題予想テーマ
※抜粋

力学 剛体のつりあい 的中!

電磁気 交流回路 的中!

熱 2 気体の混合 的中!

波 ドップラー効果 的中!

原子 核反応 (←24 年度前期で出題済)

大問4つすべてが「聖マリ後期最終講座」の
第1予想テーマから出題!