

2022年度

全学部統一選抜

物理基礎・物理

[60 分]

【問題 1】 次の問 1 から問 7 について、それぞれ指定されたように答えなさい。

(解答番号 -)

問 1 次の文章中の空欄 に入れる数値として最も適当なものを、下のうちから一つ選び、番号で答えなさい。

生きている植物は、光合成のために空気中の二酸化炭素を取り入れており、植物そのものや、これを食料として生きている動物の体内における炭素 $^{12}_6\text{C}$ に対する同位体 $^{14}_6\text{C}$ の割合は、空気中と同じである。一方、生物が死ぬと、 $^{14}_6\text{C}$ は取り込まれなくなり、崩壊して $^{12}_6\text{C}$ に対する割合が減少する。

ある遺跡から出土した木材に含まれる炭素の同位体を分析したところ、 $^{12}_6\text{C}$ に対する $^{14}_6\text{C}$ の割合は、伐採されたばかりの木材の $\frac{1}{16}$ であった。 $^{14}_6\text{C}$ の原子核の半減期を 5.7×10^3 年として、この結果から、この遺跡はおよそ 年前のものであると推定される。ただし、空気中における $^{12}_6\text{C}$ に対する $^{14}_6\text{C}$ の割合は時間によらず一定であるとする。

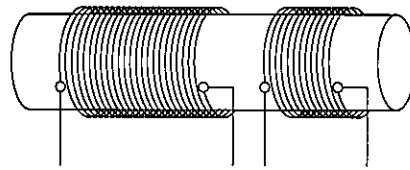
- ① 5.7×10^3 ② 1.1×10^4 ③ 1.7×10^4
④ 2.3×10^4 ⑤ 4.6×10^4 ⑥ 9.2×10^4

問 2 導線に 3.0 A の電流を 30 秒間流した。この間に導線の断面を通過した電気量の大きさとして最も適当な値を、次のうちから一つ選び、番号で答えなさい。

- ① 1.0 C ② 3.0 C ③ 9.0 C ④ 10 C ⑤ 30 C
⑥ 90 C ⑦ 100 C ⑧ 300 C ⑨ 900 C

問3 図のように、鉄心に1次コイルと2次コイルが巻かれている。1次コイルと2次コイルの巻き数の比は2:1である。1次コイルに周波数60 Hz、電圧40 Vの交流電圧をかけるとき、2次コイルにはどのような交流電圧が生じるか。その周波数と電圧の組合せとして最も適当なものを、下のうちから一つ選び、番号で答えなさい。

3



1次コイル 2次コイル

図

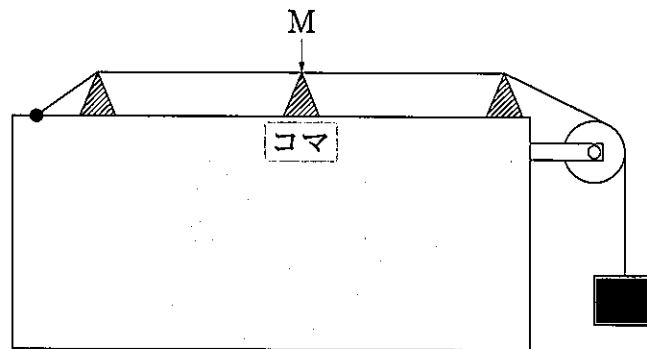
	周波数〔 Hz 〕	電圧〔 V 〕
①	120	80
②	120	40
③	120	20
④	60	80
⑤	60	40
⑥	60	20
⑦	30	80
⑧	30	40
⑨	30	20

問4 次の文章中の空欄〔ア〕,〔イ〕に入れる数値および語句の組合せとして最も適当なものを,下のうちから一つ選び,番号で答えなさい。

4

図のように,張力が一定になるように弦を張り,その中点Mに可動式のコマを置いて,2つの部分に分割した。両側の弦をはじくと,同じ基本振動数の音が聞こえた。この振動数は,中点Mのコマがない場合に弦をはじいて得られる基本振動数の〔ア〕倍である。

次に,コマを中点Mから右に少しずれた場所に移動させて,両側の弦をはじくと,それぞれの基本振動数の音が重なって,うなりが聞こえた。コマをずらして中点Mに近づけていくにつれ,うなりの周期は〔イ〕になった。

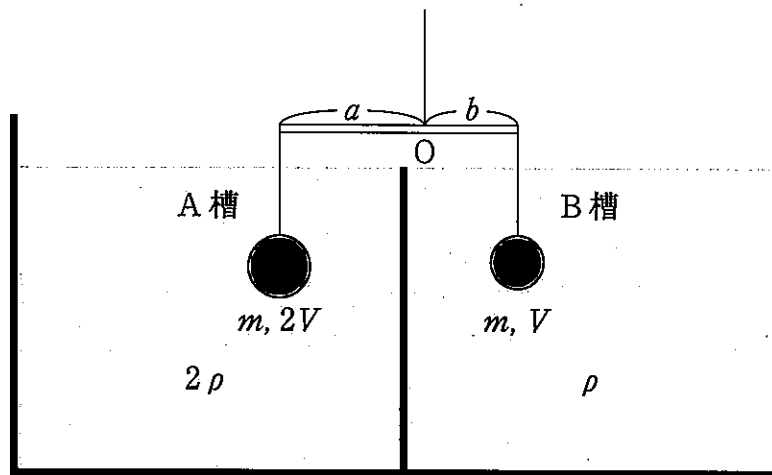


図

	〔ア〕	〔イ〕
①	$\frac{1}{2}$	長く
②	$\frac{1}{2}$	短く
③	1	長く
④	1	短く
⑤	2	長く
⑥	2	短く

問5 図に示す A 槽には密度 2ρ の液体, B 槽には密度 ρ の液体が入っており, 軽い棒の両端に軽くて細い糸で2つのおもりをつなぎ, それぞれの液体中に沈めた. 左右のおもりの質量はともに m , 体積はそれぞれ $2V$, V である. 図のように, 棒を点 O でつるしたところ, すべての糸はたるむことなく, 棒は水平になって静止した. 点 O から棒の左端までの距離 a と, 点 O から棒の右端までの距離 b の比 $\frac{a}{b}$ を表す式として最も適当なものを, 下のうちから一つ選び, 番号で答えなさい.

5



図

- | | | |
|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| ① 1 | ② $\frac{1}{2}$ | ③ $\frac{m + \rho V}{m + 4\rho V}$ |
| ④ $\frac{m - \rho V}{m - 4\rho V}$ | ⑤ $\frac{m + 4\rho V}{m + \rho V}$ | ⑥ $\frac{m - 4\rho V}{m - \rho V}$ |

問6 次の文章中の空欄〔ア〕,〔イ〕に入れる数値の組合せとして最も適当なものを,下のうちから一つ選び,番号で答えなさい.

6

水平な地面からの高さ h の位置から小球を静かに落としたところ,地面で鉛直上方にはね返った.小球は,衝突の際に力学的エネルギーの一部を失ったため,元の位置まで戻らず,はね返った後に達した最高点の高さは $\frac{h}{3}$ であった.衝突直後の小球の運動エネルギーは,衝突直前の運動エネルギーの〔ア〕倍であり,衝突直後の小球の速さは,衝突直前の速さの〔イ〕倍である.

	〔ア〕	〔イ〕
①	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$
②	3	$\frac{1}{3}$
③	$\frac{1}{\sqrt{3}}$	$\frac{1}{3}$
④	$\frac{1}{3}$	3
⑤	3	3
⑥	$\frac{1}{\sqrt{3}}$	3
⑦	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{\sqrt{3}}$
⑧	3	$\frac{1}{\sqrt{3}}$
⑨	$\frac{1}{\sqrt{3}}$	$\frac{1}{\sqrt{3}}$

問7 熱容量が $C_A = 2.0 \times 10^2 \text{ J/K}$ で温度が 60°C の物体 A と、熱容量が C_B で温度が 10°C の物体 B を接触させた。それぞれの温度変化を測定したところ、十分長い時間が経った後、両者の温度は 40°C になった。物体 A が物体 B に与えた熱量と、 C_A と C_B の大小関係の組合せとして最も適当なものを、次のうちから一つ選び、番号で答えなさい。ただし、 C_A と C_B はそれぞれ温度によらず一定で、物体 A と物体 B の間でのみ熱の移動があったものとする。

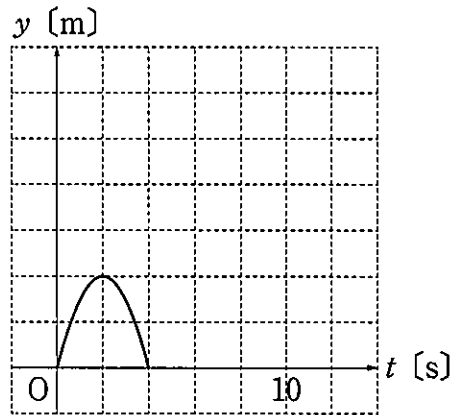
7

	熱量[J]	大小関係
①	2.0×10^3	$C_A > C_B$
②	2.0×10^3	$C_A = C_B$
③	2.0×10^3	$C_A < C_B$
④	4.0×10^3	$C_A > C_B$
⑤	4.0×10^3	$C_A = C_B$
⑥	4.0×10^3	$C_A < C_B$
⑦	6.0×10^3	$C_A > C_B$
⑧	6.0×10^3	$C_A = C_B$
⑨	6.0×10^3	$C_A < C_B$

【問題2】 次の文章を読み，問1と問2に答えなさい。

(解答番号 -)

地上で，ある物体を鉛直方向に投げ上げた。このとき，物体の高さ y [m] と時刻 t [s] の関係は，図に示すグラフのようになった。ただし，グラフの横軸の1目盛りは2秒である。縦軸の1目盛りの大きさは記入していない。



図

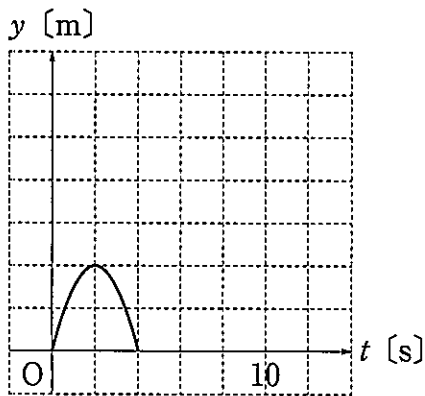
問1 最高点の高さはいくらか。最も適当な数値を，次のうちから一つ選び，番号で答えなさい。ただし，重力加速度の大きさを 9.8 m/s^2 とし，空気抵抗は無視する。

- ① 1.0 m ② 4.9 m ③ 9.8 m
④ 19.6 m ⑤ 29.4 m ⑥ 39.2 m

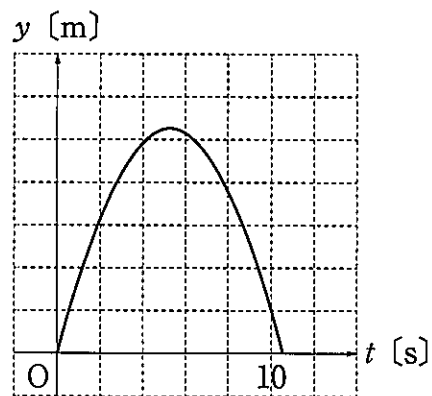
問2 火星上の重力加速度の大きさはおよそ 3.7 m/s^2 である。火星上で、同じ物体を同じ初速度で鉛直方向に投げ上げたすると、その運動を表すグラフはどのようなになるか。最も適当なものを、次のうちから一つ選び、番号で答えなさい。ただし、グラフの目盛りは地上での運動の図と同じものとし、空気抵抗は無視する。

9

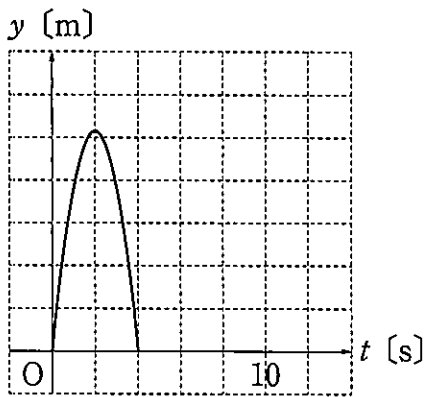
①



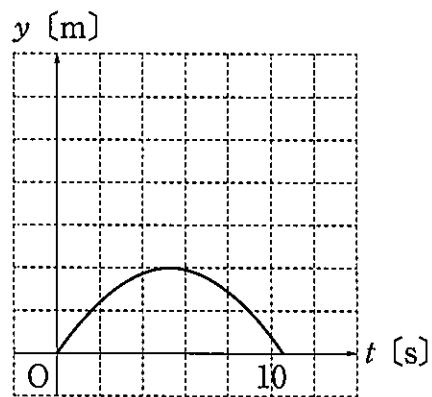
②



③



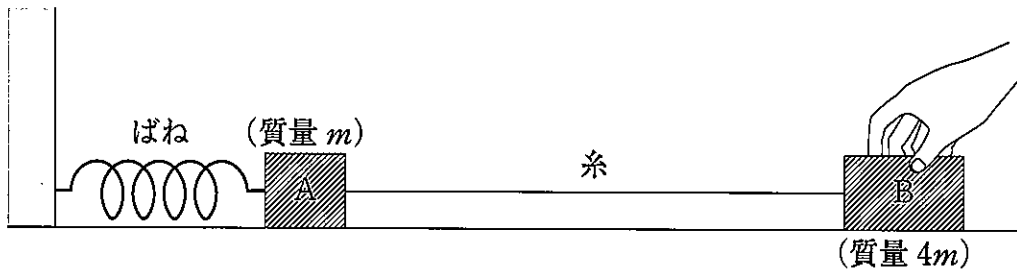
④



【問題3】 次の文章を読み，問1から問3に答えなさい。

(解答番号 -)

ばね定数 k のばねの一端を壁に固定し，他端に質量 m の物体 A を取り付け，摩擦のない水平面上に置いた。さらに，物体 A を質量 $4m$ の物体 B と糸でつなぎ，これらを一直線上に配置した。図のように，物体 B を手で引っ張り，ばねが自然長から l だけ伸びたところで物体 B を静止させた。その後，手を静かに離すと，物体 A と物体 B が同時に動き出した。ただし，ばねと糸の質量は無視できるものとする。



図

問1 物体 B を止めていた手を静かに離した直後における物体 A の加速度の大きさはいくらか。正しいものを，次のうちから一つ選び，番号で答えなさい。

- ① $\frac{k l}{10m}$ ② $\frac{k l}{5m}$ ③ $\frac{k l}{4m}$ ④ $\frac{k l}{3m}$
⑤ $\frac{k l}{2m}$ ⑥ $\frac{k l}{m}$ ⑦ $\frac{2k l}{m}$ ⑧ $\frac{3k l}{m}$

問2 手を離してから糸の張力の大きさが0になるまでの間、張力の大きさは、ばねが物体Aを引く力の大きさの何倍か。正しいものを、次のうちから一つ選び、番号で答えなさい。

11

- ① $\frac{1}{5}$ ② $\frac{1}{3}$ ③ $\frac{1}{2}$ ④ $\frac{2}{3}$ ⑤ $\frac{4}{5}$
⑥ 1 ⑦ $\frac{5}{4}$ ⑧ $\frac{3}{2}$ ⑨ 4

問3 ばねが自然長に達したとき、糸の張力の大きさが0になり、そのあと糸がたるんだ。ばねは自然長からさらにどれだけ縮むか。正しいものを、次のうちから一つ選び、番号で答えなさい。ただし、ばねが最も縮むまでに、物体Aと物体Bは衝突しないものとする。

12

- ① 0 ② $\frac{1}{\sqrt{3}}\ell$ ③ $\frac{1}{\sqrt{5}}\ell$ ④ $\frac{2}{\sqrt{5}}\ell$
⑤ $\frac{1}{3}\ell$ ⑥ $\frac{1}{5}\ell$ ⑦ $\frac{2}{3}\ell$ ⑧ $\frac{2}{5}\ell$

【問題 4】 問 1 から問 3 に答えなさい。

(解答番号 -)

問 1 抵抗値がそれぞれ $30\ \Omega$, $20\ \Omega$, $50\ \Omega$ の抵抗 R_1 , R_2 , R_3 を, 図 1 (a) および (b) のようにつなぎ, いずれも PQ 間に $20\ \text{V}$ の電圧をかけた。

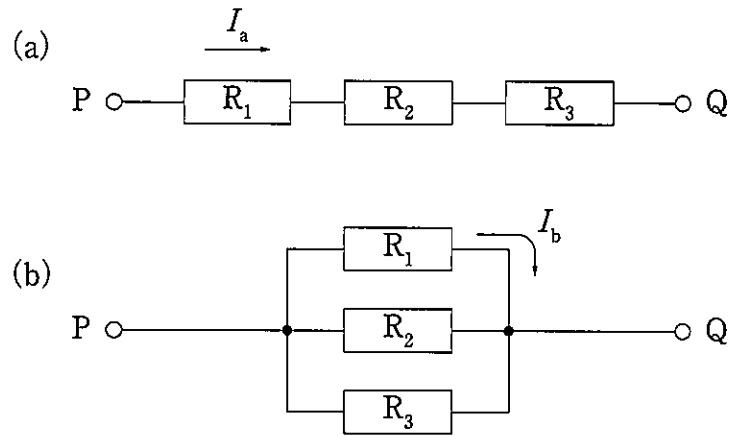


図 1

図 1 (a) の場合に R_1 を流れる電流 I_a , 図 1 (b) の場合に R_1 を流れる電流 I_b はそれぞれいくらか, 数値の組合せとして最も適当なものを, 次のうちから一つ選び, 番号で答えなさい。

	I_a [A]	I_b [A]
①	0.2	0.1
②	0.2	0.33
③	0.2	0.67
④	0.5	0.1
⑤	0.5	0.33
⑥	0.5	0.67
⑦	1.0	0.1
⑧	1.0	0.33
⑨	1.0	0.67

問2 問1の図1 (a) と (b) のそれぞれの場合において、消費電力が最も大きい抵抗はどれか。最も適当な組合せを、次のうちから一つ選び、番号で答えなさい。

14

	(a)の場合	(b)の場合
①	R_1	R_1
②	R_1	R_2
③	R_1	R_3
④	R_2	R_1
⑤	R_2	R_2
⑥	R_2	R_3
⑦	R_3	R_1
⑧	R_3	R_2
⑨	R_3	R_3

問3 図2のように、電気容量がそれぞれ $4\mu\text{F}$ 、 $3\mu\text{F}$ 、 $1\mu\text{F}$ のコンデンサー C_1 、 C_2 、 C_3 をつなぎ、端子a、b間に 20V の直流電源をつないだ。このとき、コンデンサー C_1 、 C_2 、 C_3 にそれぞれ蓄えられる電気量 Q_1 、 Q_2 、 Q_3 の間の関係を表す式、および電気量 Q_1 の値の組合せとして最も適当なものを、下のうちから一つ選び、番号で答えなさい。ただし、電源を接続する前に各コンデンサーに電荷は蓄えられていなかった。

15

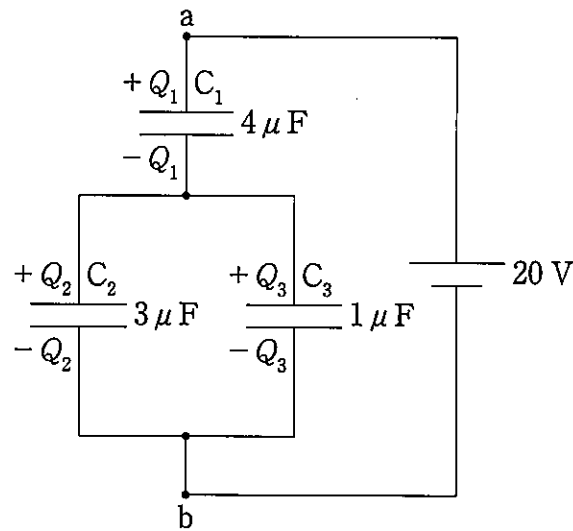


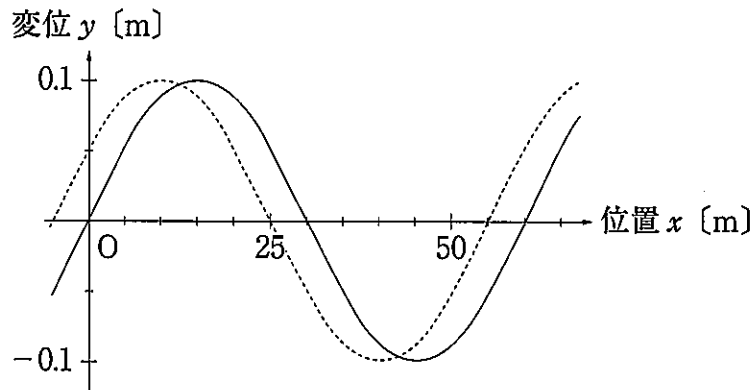
図2

	電気量の関係	$Q_1[\text{C}]$
①	$Q_3 = Q_1 + Q_2$	2×10^{-5}
②	$Q_3 = Q_1 + Q_2$	4×10^{-5}
③	$Q_3 = Q_1 + Q_2$	6×10^{-5}
④	$Q_2 = Q_3 + Q_1$	2×10^{-5}
⑤	$Q_2 = Q_3 + Q_1$	4×10^{-5}
⑥	$Q_2 = Q_3 + Q_1$	6×10^{-5}
⑦	$Q_1 = Q_2 + Q_3$	2×10^{-5}
⑧	$Q_1 = Q_2 + Q_3$	4×10^{-5}
⑨	$Q_1 = Q_2 + Q_3$	6×10^{-5}

【問題5】 次の文章を読み，問1と問2に答えなさい。

(解答番号 -)

媒質中を x 軸に沿って伝わる正弦波を考える。図の実線は時刻 0 s における波形を表し，破線は時刻 0.5 s における波形を表している。ただし，時刻 0 s から 0.5 s の間，位置 $x=0\text{ m}$ での媒質の変位 y は単調に増加した。



図

問1 この波の速度として最も適当なものを，次のうちから一つ選び，番号で答えなさい。ただし， x 軸の正の向きを速度の正の向きとする。

- ① -50 m/s ② -20 m/s ③ -10 m/s ④ -5 m/s
 ⑤ 5 m/s ⑥ 10 m/s ⑦ 20 m/s ⑧ 50 m/s

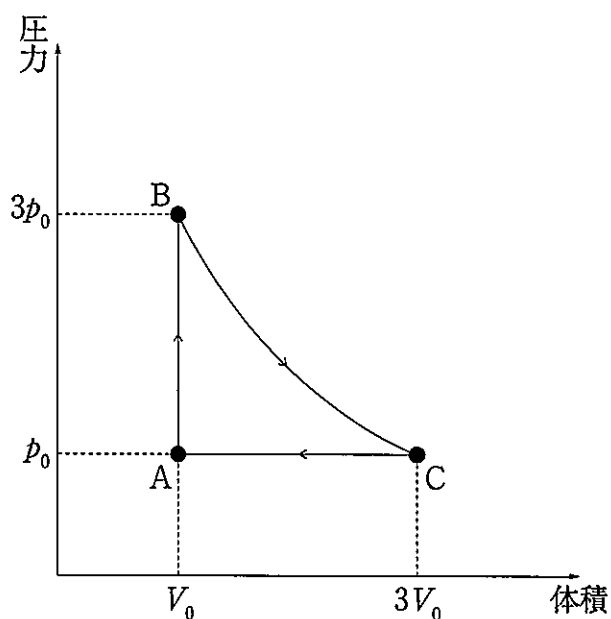
問2 この波の周期として最も適当なものを，次のうちから一つ選び，番号で答えなさい。

- ① 0.5 s ② 0.6 s ③ 1.0 s ④ 2.0 s
 ⑤ 3.0 s ⑥ 4.0 s ⑦ 5.0 s ⑧ 6.0 s

【問題 6】 次の文章を読み，問 1 から問 3 に答えなさい。

(解答番号 -)

物質 n mol の単原子分子の理想気体の状態を，図のように変化させる．過程 $A \rightarrow B$ は定積変化，過程 $B \rightarrow C$ は等温変化，過程 $C \rightarrow A$ は定圧変化である．状態 A の絶対温度を T_0 ，気体定数を R とする．



図

問 1 状態 A における気体の内部エネルギーは nRT_0 の何倍か．正しいものを，次のうちから一つ選び，番号で答えなさい。

- ① 1 ② $\frac{3}{2}$ ③ 2 ④ $\frac{5}{2}$
⑤ 3 ⑥ $\frac{7}{2}$ ⑦ 5 ⑧ 7

問2 状態Bの温度は T_0 の何倍か。正しいものを、次のうちから一つ選び、番号で答えなさい。

19

- ① 1 ② $\frac{3}{2}$ ③ 2 ④ $\frac{5}{2}$
⑤ 3 ⑥ $\frac{7}{2}$ ⑦ 5 ⑧ 7

問3 過程C→Aにおいて気体が放出する熱量は nRT_0 の何倍か。正しいものを、次のうちから一つ選び、番号で答えなさい。

20

- ① 1 ② $\frac{3}{2}$ ③ 2 ④ $\frac{5}{2}$
⑤ 3 ⑥ $\frac{7}{2}$ ⑦ 5 ⑧ 7