

2022年度

一般選抜C日程

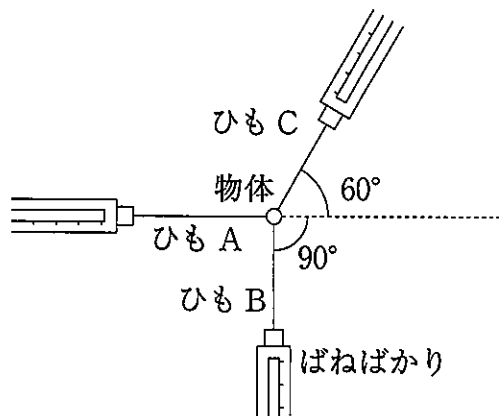
物理基礎・物理

[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 図のように、物体に 3 本のひもをつなぎ、ばねばかりで水平面内の 3 方向に引き、静止させた。このとき、ひも A、B、C から物体にはたらく力の大きさをそれぞれ F_A 、 F_B 、 F_C とする。これらの比 $F_A : F_B : F_C$ 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。

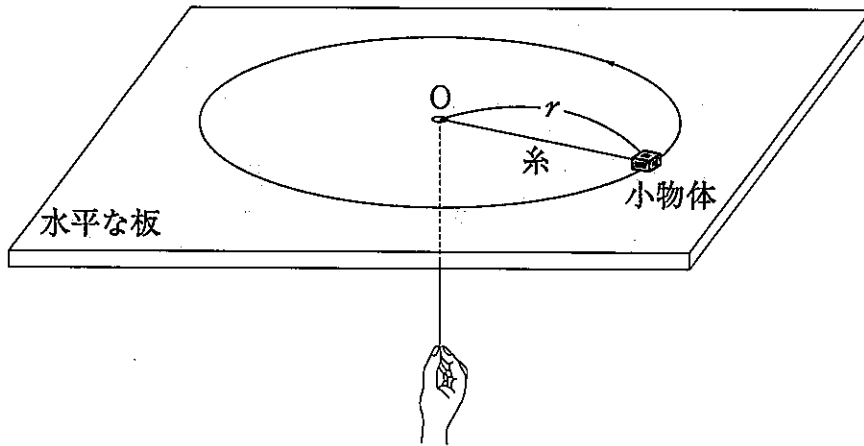


図

- | | | |
|----------------------|----------------------|----------------------|
| ① $1 : 1 : 1$ | ② $1 : 1 : \sqrt{3}$ | ③ $1 : \sqrt{3} : 1$ |
| ④ $1 : 2 : \sqrt{3}$ | ⑤ $1 : \sqrt{3} : 2$ | ⑥ $\sqrt{3} : 2 : 1$ |

問2 図のように、質量 m の小物体に付けた軽くて伸びない糸を、なめらかで水平な板に空いた穴 O に通す。手で糸を持ち、小物体に板上で O を中心とする半径 r の等速円運動をさせる。手が糸を引く力の大きさを F とすると、小物体の速さ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。ただし、穴の直径は r に比べて十分に小さく、糸と穴の間の摩擦は無視できるものとする。

2



図

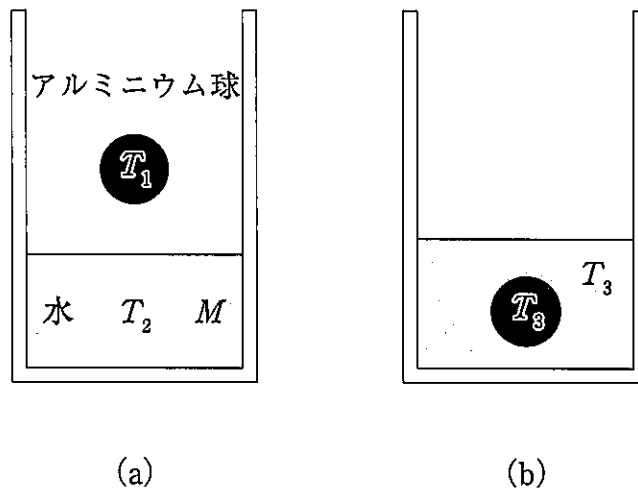
- | | | |
|-------------------------|-------------------------|----------------|
| ① $\sqrt{\frac{rF}{m}}$ | ② $\sqrt{\frac{F}{mr}}$ | ③ \sqrt{mrF} |
| ④ $\frac{rF}{m}$ | ⑤ $\frac{F}{mr}$ | ⑥ mrF |

問3 次の文章中の空欄〔ア〕,〔イ〕に入れる語句および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。

3

アルミニウムの比熱(比熱容量)が $0.90 \text{ J}/(\text{g} \cdot \text{K})$ であることを確認する実験をしたい。図(a)のように,温度 $T_1=42.0^\circ\text{C}$,質量 120 g のアルミニウム球を,温度 $T_2=20.0^\circ\text{C}$,質量 M の水の中に入れ,図(b)のように,アルミニウム球と水が同じ温度になったとき,水の温度 T_3 を測定する。水の質量 M が〔ア〕なるほど,温度上昇 T_3-T_2 が大きくなる。

温度上昇 T_3-T_2 が 1.0°C になるような実験にするためには, $M=$ 〔イ〕 g としなければならない。ただし,水の比熱は $4.2 \text{ J}/(\text{g} \cdot \text{K})$ であり,熱はアルミニウム球と水の間だけで移動し,水およびアルミニウムの比熱は温度によらず一定とする。



図

	①	②	③	④	⑤	⑥
〔ア〕	大きく	大きく	大きく	小さく	小さく	小さく
〔イ〕	450	540	630	450	540	630

問4 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.

4

抵抗値が $20\ \Omega$ のニクロム線に $30\ \text{V}$ の電圧をかけたところ〔ア〕Aの電流が流れた.このとき,ニクロム線での消費電力は〔イ〕Wである.

	〔ア〕	〔イ〕
①	1	30
②	1	45
③	1	60
④	1.5	30
⑤	1.5	45
⑥	1.5	60
⑦	3.0	30
⑧	3.0	45
⑨	3.0	60

問5 次の文章中の空欄〔ア〕,〔イ〕に入れる記号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.

5

図1のように,水平におかれたプラスチックの平板に2つの穴A,Bをあけ,円形コイルを固定した.図示した向きにコイルに直流電流を流すと,コイルの中心付近に図の〔ア〕の矢印の向きに磁場が生じた.プラスチックの平板上に鉄粉を一様にふりかけて軽く振動を与えたところ,上方からみて図2の〔イ〕のような模様が生じた.

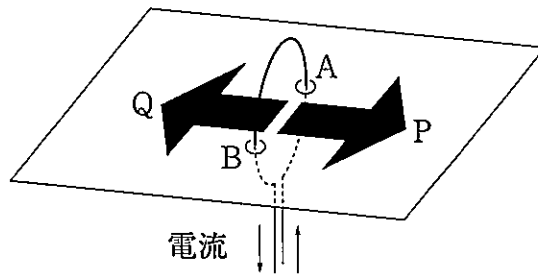


図1

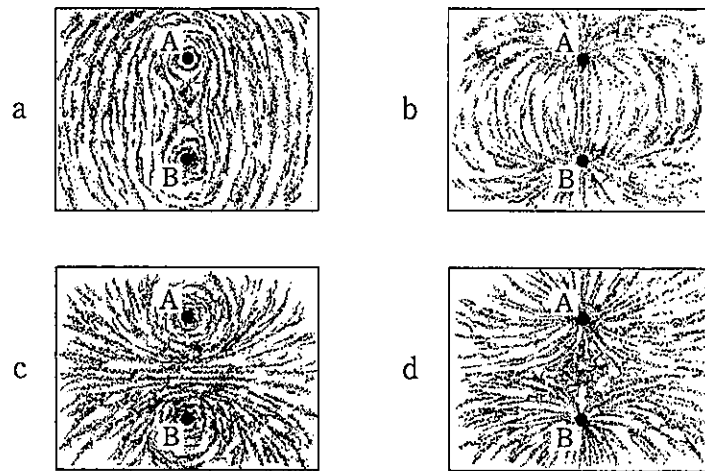


図2

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
〔ア〕	P	P	P	P	Q	Q	Q	Q
〔イ〕	a	b	c	d	a	b	c	d

問6 次の文章中の空欄〔ア〕,〔イ〕に入れる数値と記号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

図1のように直線OO'に垂直に,物体(文字板)と半透明のスクリーンを2.0m離して設置した。凸レンズの光軸を直線OO'と一致させたまま物体とスクリーンの間でレンズの位置を調整したところ,スクリーン上に倍率1.0の明瞭な像ができた。このことから,レンズの焦点距離は〔ア〕mであることがわかる。また,スクリーン上の像をO'側から観察すると,図2の〔イ〕のように見える。

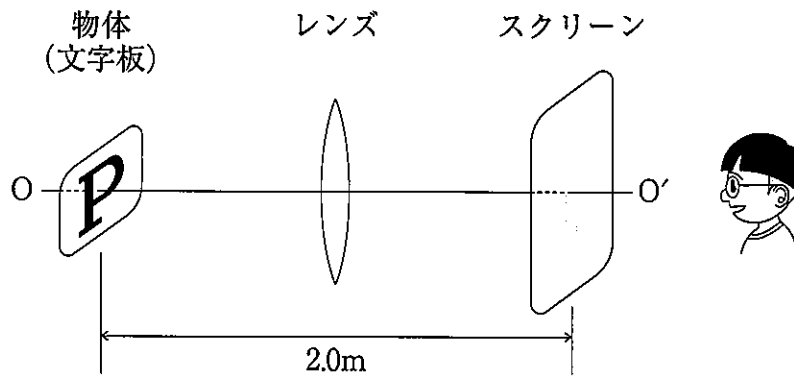


図1



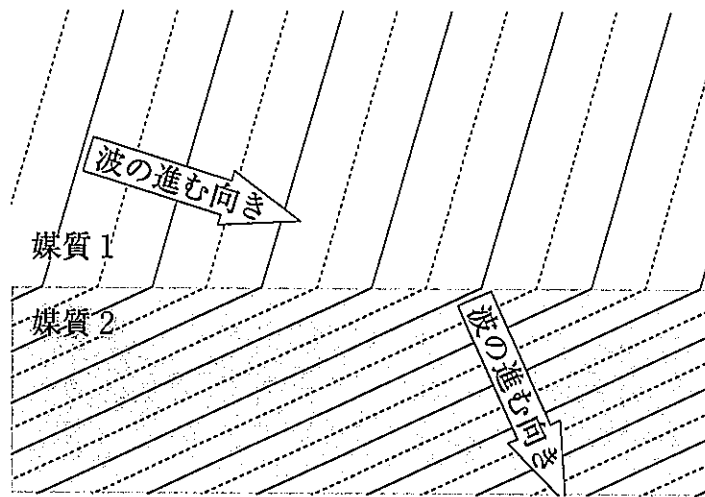
図2

	〔ア〕	〔イ〕
①	0.25	(A)
②	0.25	(B)
③	0.5	(A)
④	0.5	(B)
⑤	1.0	(A)
⑥	1.0	(B)

問7 次の文章中の空欄〔ア〕,〔イ〕に入れる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。

7

図は,媒質1と媒質2の境界で波が屈折したときの波の山の位置を実線で,谷の位置を破線で描いたものである。媒質1と媒質2で比較すると,波の速さは〔ア〕,振動数は〔イ〕。



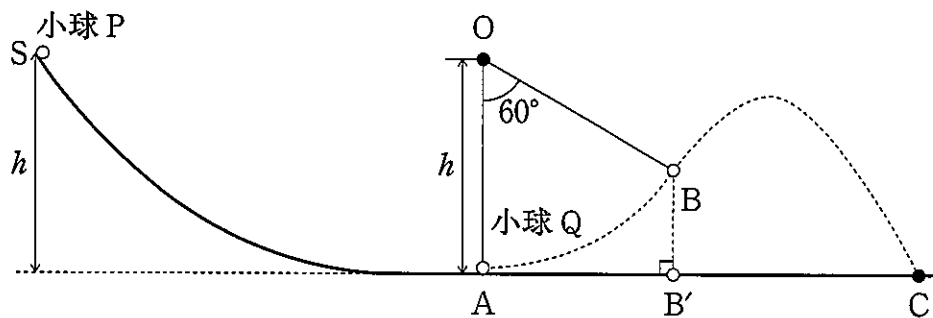
図

	〔ア〕	〔イ〕
①	等しく	等しい
②	等しく	媒質1内の方が大きい
③	等しく	媒質2内の方が大きい
④	媒質1内の方が速く	等しい
⑤	媒質1内の方が速く	媒質1内の方が大きい
⑥	媒質1内の方が速く	媒質2内の方が大きい
⑦	媒質2内の方が速く	等しい
⑧	媒質2内の方が速く	媒質1内の方が大きい
⑨	媒質2内の方が速く	媒質2内の方が大きい

【問題2】 次の文章を読み、問1から問5に答えなさい。

(解答番号 -)

図のように、水平面からの高さ h の点 S から、なめらかな斜面に沿って水平面に続くレールがある。レール全体は同一の鉛直平面内にある。同じ質量 m をもつ2つの小球 P と Q を用意する。レールの水平部分の点 A から高さ h の位置にある固定点 O から、質量の無視できる長さ h の伸び縮みしない糸で小球 Q を鉛直につるし、点 A に静止させた。



図

小球 P をレールの出発点 S に静かに置くと、小球 P はレール上を運動し、点 A に静止している小球 Q と弾性衝突した。その後、小球 Q は点 O を中心とする半径 h の円弧を描いて運動し、糸と鉛直下向きとのなす角が図のように 60° となった点 B で小球 Q は糸から離れ、放物線を描いて運動し、最高点に達した後、水平面上の点 C に落下した。レールと小球との摩擦、空気の抵抗、小球の大きさは無視できるものとし、重力加速度の大きさを g とする。

問1 点Aで小球Pが衝突した直後の小球Qの速さを表す式として正しいものを、次のうちから一つ選び、番号で答えなさい。

8

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

問2 点Bで糸から離れた瞬間の小球Qの速さを表す式として正しいものを、次のうちから一つ選び、番号で答えなさい。

9

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

問3 小球Qが点Bから放物線の最高点に達するまでの時間を表す式として正しいものを、次のうちから一つ選び、番号で答えなさい。

10

- ① $\sqrt{\frac{h}{g}}$ ② $\frac{1}{2}\sqrt{\frac{h}{g}}$ ③ $\frac{1}{2}\sqrt{\frac{3h}{g}}$
 ④ $\sqrt{\frac{2h}{g}}$ ⑤ $\sqrt{\frac{3h}{g}}$ ⑥ $2\sqrt{\frac{h}{g}}$

問4 小球Qが放物線の最高点に達したときの水平面からの高さを表す式として正しいものを、次のうちから一つ選び、番号で答えなさい。

11

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

問5 小球Qが点Bから点Cに至るまでに水平方向に移動した距離（図のBC間の距離）を表す式として正しいものを、次のうちから一つ選び、番号で答えなさい。

12

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

【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 -)

X線の発生装置(X線管)は、図1のように真空のガラス管の内部に2つの電極が埋め込まれたものである。陰極のフィラメントを熱することにより発生した電子(熱電子)を、高電圧電源により2つの電極間にかけた電圧で加速し陽極のターゲットに衝突させると、電子が急減速してX線が発生する。発生したX線には2種類あり、特定の波長を持つ特性X線と、波長が連続的に分布している連続X線があるが、ここでは連続X線だけを考えることにする。ただし、電気素量を e 、電子の質量を m 、真空中の光速を c 、プランク定数を h とする。

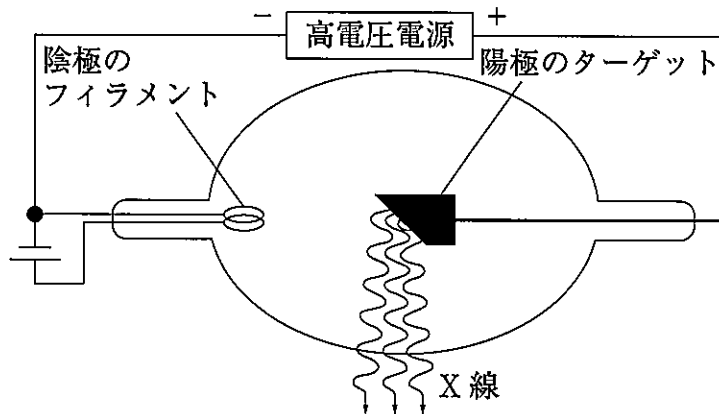


図1

問1 陰極から発生した電子の初速度が0であり、高電圧電源により2つの電極間にかけた電圧 V で加速された電子の運動エネルギーが、陽極に衝突したときにすべてX線のエネルギーに変わったとした場合を考える。その際の連続X線の最短波長を表す式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 $ehcV$ ② $\frac{V}{ehc}$ ③ $\frac{eV}{hc}$
- ④ $\frac{hcV}{e}$ ⑤ $\frac{ehc}{V}$ ⑥ $\frac{hc}{eV}$

問2 図1のような X 線発生装置から発生した連続 X 線を用いて、結晶格子からのブラッグ反射を測定する。図2のように、間隔 d で並んだ原子列面を持つ結晶 A に対して X 線を角度 θ_A で入射させ、角度 θ_A で反射した X 線の強度を検出器により測定する。角度 θ_A を固定しておき、X 線発生装置の加速電圧を 0 から増加させていくと、ブラッグの条件を満たす原子列面からの反射 X 線の強め合いがはじめて起きた。この現象が起きたときの加速電圧 V_0 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。

14

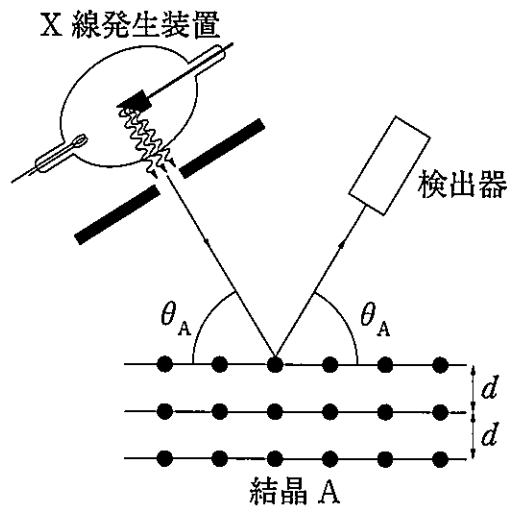


図2

- ① $2edhc \sin\theta_A$ ② $\frac{2d \sin\theta_A}{ehc}$ ③ $\frac{2ed \sin\theta_A}{hc}$
 ④ $\frac{2dhc \sin\theta_A}{e}$ ⑤ $\frac{ehc}{2d \sin\theta_A}$ ⑥ $\frac{hc}{2ed \sin\theta_A}$

問3 問2において、反射 X 線の強め合いがはじめて起きた加速電圧 V_0 から、さらに加速電圧を $2.2V_0$ まで増加させたとき、反射 X 線を強め合う波長がいくつ存在する。反射 X 線を強め合う波長の数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。

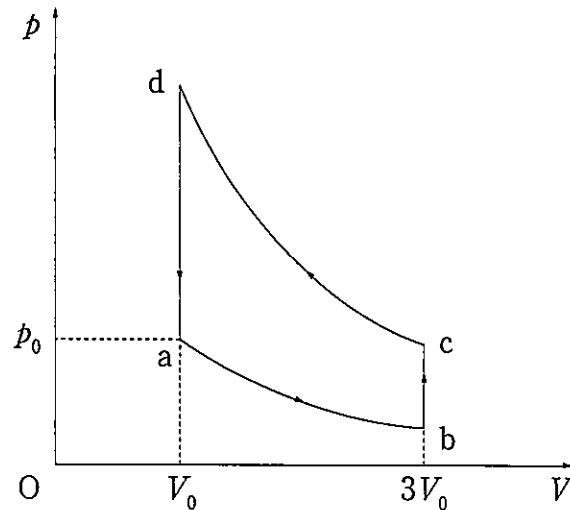
15

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 6

【問題4】 次の文章を読み、問1から問5に答えなさい。

(解答番号 -)

密封された n mol の単原子分子理想気体を、ピストンがついた容器の中に封入して、体積 V と圧力 p をゆっくりと変化させる。図において、状態 a の圧力、体積、絶対温度は、それぞれ p_0 、 V_0 、 T_0 である。状態 a から温度を一定に保って膨張させ、体積が3倍になった状態を b とする。状態 b から体積を一定に保って温度を変え、圧力が p_0 になった状態を c とする。状態 c から温度を一定に保って体積を V_0 まで圧縮した状態を d とする。さらに体積を一定に保ったままで温度を変えて最初の状態 a に戻す。ただし、気体定数を R とし、ピストンと容器間の摩擦は無視できるものとする。



図

問1 状態 b の気体の圧力はいくらか。正しいものを次から一つ選び、番号を答えなさい。

- ① $\frac{1}{4}p_0$ ② $\frac{1}{3}p_0$ ③ $\frac{1}{2}p_0$ ④ $\frac{2}{3}p_0$ ⑤ p_0 ⑥ $\frac{3}{2}p_0$

問2 状態 b から状態 c に変化する過程で、容器内の気体の温度と内部エネルギーはどう変化するか。正しいものを次から一つ選び、番号を答えなさい。

17

- ① 温度は上がり、内部エネルギーは増加する。
- ② 温度は下がり、内部エネルギーは減少する。
- ③ 温度は変わらず、内部エネルギーは増加する。
- ④ 温度は変わらず、内部エネルギーは減少する。
- ⑤ 温度も内部エネルギーも変化しない。

問3 状態 d の気体の温度はいくらか。正しいものを次から一つ選び、番号を答えなさい。

18

- ① $\frac{1}{3}T_0$ ② $\frac{1}{2}T_0$ ③ $\frac{2}{3}T_0$ ④ T_0
- ⑤ $\frac{3}{2}T_0$ ⑥ $2T_0$ ⑦ $3T_0$

問4 状態 d, 状態 a での気体の内部エネルギーを U_d, U_a とする。状態 d から状態 a へ変化するとき、気体の内部エネルギーの変化 $U_a - U_d$ はいくらか。正しいものを次から一つ選び、番号を答えなさい。

19

- ① nRT_0 ② $\frac{3}{2}nRT_0$ ③ $3nRT_0$ ④ $\frac{9}{2}nRT_0$ ⑤ $5nRT_0$
- ⑥ $-nRT_0$ ⑦ $-\frac{3}{2}nRT_0$ ⑧ $-3nRT_0$ ⑨ $-\frac{9}{2}nRT_0$ ⑩ $-5nRT_0$

問5 圧力を一定に保って、状態 c から状態 a にもどる過程を考えると、気体が吸収する熱量はいくらか。正しいものを次から一つ選び、番号を答えなさい。

20

- ① $-5nRT_0$ ② $-3nRT_0$ ③ $-2nRT_0$ ④ $-nRT_0$ ⑤ 0
- ⑥ nRT_0 ⑦ $2nRT_0$ ⑧ $3nRT_0$ ⑨ $5nRT_0$