

平成27年度
日本留学試験(第2回)

試験問題

The Examination

平成27年度（2015年度）日本留学試験

理 科

（ 8 0 分）

【物理・化学・生物】

※ 3科目の中から、2科目を選んで解答してください。

※ 1科目を解答用紙の表面に解答し、もう1科目を裏面に解答してください。

I 試験全体に関する注意

1. 係員の許可なしに、部屋の外に出ることはできません。
2. この問題冊子を持ち帰ることはできません。

II 問題冊子に関する注意

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見ないでください。
2. 試験開始の合図があったら、下の欄に、受験番号と名前を、受験票と同じように記入してください。
3. 各科目の問題は、以下のページにあります。

科目	ページ
物理	1 ～ 21
化学	23 ～ 35
生物	37 ～ 50

4. 足りないページがあったら、手をあげて知らせてください。
5. 問題冊子には、メモや計算などを書いてもいいです。

III 解答用紙に関する注意

1. 解答は、解答用紙に鉛筆（HB）で記入してください。
2. 各問題には、その解答を記入する行の番号 **1**, **2**, **3**, …がついています。解答は、解答用紙（マークシート）の対応する解答欄にマークしてください。
3. 解答用紙に書いてある注意事項も必ず読んでください。

※ 試験開始の合図があったら、必ず受験番号と名前を記入してください。

受 験 番 号			*				*						
名 前													

物理

「解答科目」記入方法

解答科目には「物理」、「化学」、「生物」がありますので、この中から2科目を選んで解答してください。選んだ2科目のうち、1科目を解答用紙の表面に解答し、もう1科目を裏面に解答してください。

「物理」を解答する場合は、右のように、解答用紙にある「解答科目」の「物理」を○で囲み、その下のマーク欄をマークしてください。

科目が正しくマークされていないと、採点されません。

< 解答用紙記入例 >

解答科目 Subject		
物理 Physics	化学 Chemistry	生物 Biology
●	○	○

I 次の問い A (問 1), B (問 2), C (問 3), D (問 4), E (問 5), F (問 6) に答えなさい。ただし、重力加速度の大きさを g とし、空気の抵抗は無視できるものとする。

A 図 1 のように、一様な細い棒を直角に折り曲げた。棒の一端 A から折れ曲がりの位置 B までの長さは $2L$ 、B から棒の他端 C までの長さは L である。位置 B に糸を付け、この棒をつるしたところ、図 2 のように、AB の部分が水平面とのなす角が θ の状態でつり合って静止した。

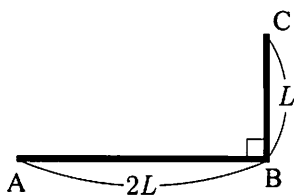


図 1

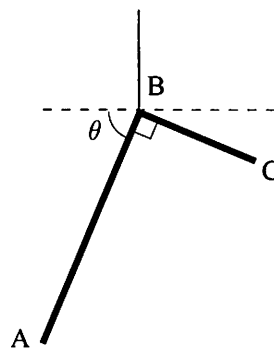


図 2

問 1 $\tan \theta$ はいくらか。正しいものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

1

① $\frac{1}{4}$

② $\frac{1}{2}$

③ 2

④ 4

B 物体が静止状態から等加速度運動を始めた。運動を始めてから 12 s 後に物体は 36 m 移動していた。

問 2 運動を始めてから 12 s 後の物体の速さは何 m/s か。最も適当な値を、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

2 m/s

① 1.0

② 2.0

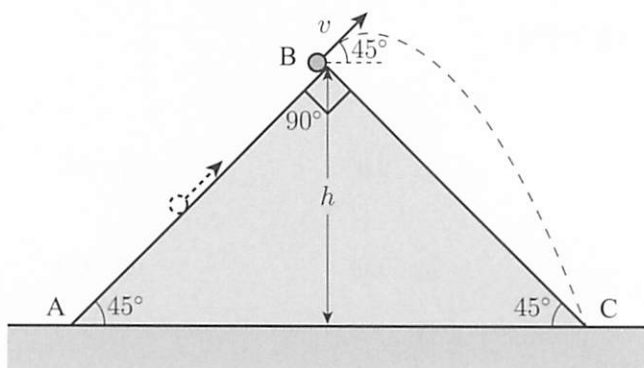
③ 3.0

④ 4.0

⑤ 5.0

⑥ 6.0

- C 次の図のように、断面が直角二等辺三角形ABCの三角柱が辺ACを下にして水平面上に固定されている。∠ABCが直角で、頂点Bの辺ACからの高さは h である。小球を水平面とのなす角が 45° の辺ABに沿って投げ上げたところ、頂点Bで速さ v で飛び出し、頂点Cの位置に落下した。

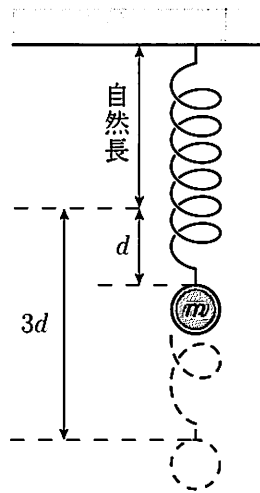


- 問3 v はどのように表されるか。正しいものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

3

- ① $\frac{\sqrt{gh}}{2}$ ② $\frac{\sqrt{2gh}}{2}$ ③ \sqrt{gh} ④ $\sqrt{2gh}$ ⑤ $2\sqrt{gh}$

- D** 次の図のように、軽いばねに質量 m のおもりを付けて天井から鉛直につるしたところ、ばねが自然長から長さ d だけ伸びて静止した。おもりを鉛直下方に引き、ばねを自然長から長さ $3d$ だけ伸ばし、静かにはなしたところ、おもりは鉛直方向に単振動をした。

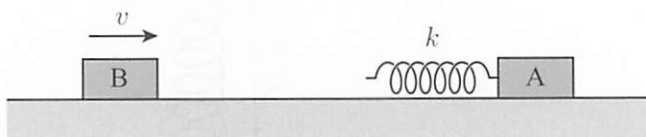


- 問4 ばねが縮んで自然長になったときのおもりの速さはどのように表されるか。正しいものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

4

- ① \sqrt{gd} ② $\sqrt{2gd}$ ③ $\sqrt{3gd}$ ④ $2\sqrt{gd}$ ⑤ $\sqrt{5gd}$

E 次の図のように、なめらかな水平面上に質量 m の物体 A が静止している。A には水平方向に伸び縮みする軽いばねが付いている。同じ質量 m の物体 B が左側から速さ v で A に近づいてきて、A のばねに衝突した。ばねは押し縮められ、A が動きはじめた。A、B およびばねは一直線上を運動した。



問5 ばねが最も縮んだときの A の速さはどのように表されるか。正しいものを、次の①～④の中から一つ選ばさい。

5

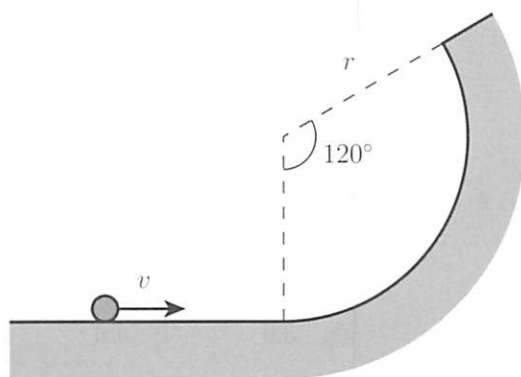
① $\frac{1}{2}v$

② $\frac{\sqrt{2}}{2}v$

③ v

④ $\sqrt{2}v$

F 次の図のように、水平面となめらかにつながった半径 r 、中心角 120° の円筒面がある。水平面に沿って小球を速さ v で入射させ、円筒面に沿って運動させる。小球が円筒面から離れずに円筒面の最上部まで運動するためには、 v はある速さ v_0 より大きくなければならない。小球と水平面および円筒面との間の摩擦は無視できるものとする。



問6 v_0 はどのように表されるか。正しいものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

6

- ① $\sqrt{3gr}$ ② $\sqrt{\frac{7gr}{2}}$ ③ $2\sqrt{gr}$ ④ $3\sqrt{\frac{gr}{2}}$ ⑤ $\sqrt{5gr}$

II

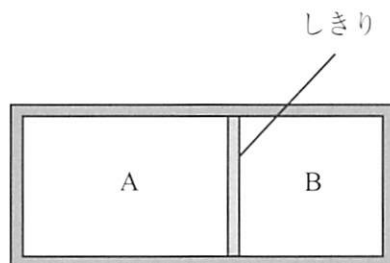
次の問い A (問 1), B (問 2), C (問 3) に答えなさい。

A 質量 $1.0 \times 10^2 \text{ g}$ の物質 A に $3.0 \times 10^3 \text{ J}$ の熱量を与えたところ温度が $1.5 \times 10^1 \text{ K}$ 上昇した。質量 $1.0 \times 10^2 \text{ g}$ の物質 B に $4.0 \times 10^3 \text{ J}$ の熱量を与えたところ温度が $1.0 \times 10^1 \text{ K}$ 上昇した。質量 $4.0 \times 10^2 \text{ g}$ の物質 A と質量 $3.0 \times 10^2 \text{ g}$ の物質 B を、同じ温度で接触させ、 $1.0 \times 10^4 \text{ J}$ の熱量を与えたところ、物質 A と物質 B の温度がともに $t \text{ [K]}$ 上昇した。

問 1 $t \text{ [K]}$ はいくらか。最も適当な値を、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。 **7** K

- ① 1.0 ② 2.0 ③ 3.0 ④ 4.0 ⑤ 5.0 ⑥ 6.0

- B** 次の図のように、断熱容器が、熱を伝えなめらかに動くことのできるしきりで、2つの領域AとBに分けられている。領域Aには分子 N_A 個からなる理想気体（1分子の質量 m_A ）が、領域Bには分子 N_B 個からなる理想気体（1分子の質量 m_B ）がそれぞれ入っていて、同じ温度、同じ圧力で熱平衡状態にある。領域Aの気体の体積を V_A 、気体分子の2乗平均速度を $\sqrt{v_A^2}$ とし、領域Bの気体の体積を V_B 、気体分子の2乗平均速度を $\sqrt{v_B^2}$ とする。

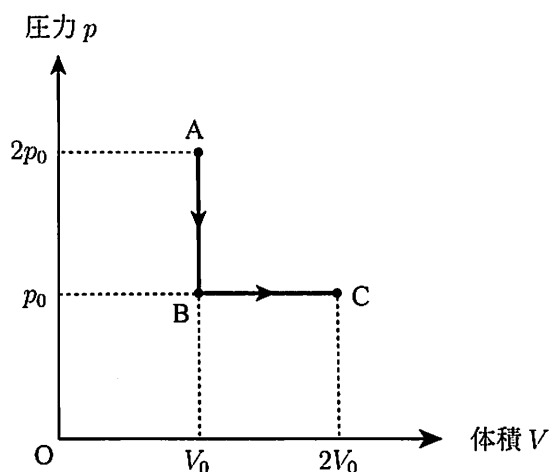


- 問2 $\frac{V_A}{V_B}$ と $\frac{\sqrt{v_A^2}}{\sqrt{v_B^2}}$ はどのように表されるか。正しい組み合わせを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

8

	①	②	③	④
$\frac{V_A}{V_B}$	$\frac{N_A}{N_B}$	$\frac{N_A}{N_B}$	$\frac{N_B}{N_A}$	$\frac{N_B}{N_A}$
$\frac{\sqrt{v_A^2}}{\sqrt{v_B^2}}$	$\sqrt{\frac{m_A}{m_B}}$	$\sqrt{\frac{m_B}{m_A}}$	$\sqrt{\frac{m_A}{m_B}}$	$\sqrt{\frac{m_B}{m_A}}$

- C** 物質量 n モルの理想気体の圧力 p と体積 V を次の図のように、 $A \rightarrow B \rightarrow C$ と変化させた。状態 A の体積は V_0 、圧力は $2p_0$ である。状態 B の体積は V_0 、圧力は p_0 、絶対温度は T_0 である。状態 C の体積は $2V_0$ 、圧力は p_0 である。この気体の定積モル比熱を C_V 、定圧モル比熱を C_p とし、気体定数を R とする。



- 問3 $A \rightarrow B \rightarrow C$ の過程全体で気体が吸収した正味の熱量はどのように表されるか。正しいものを、次の①～⑧の中から一つ選びなさい。

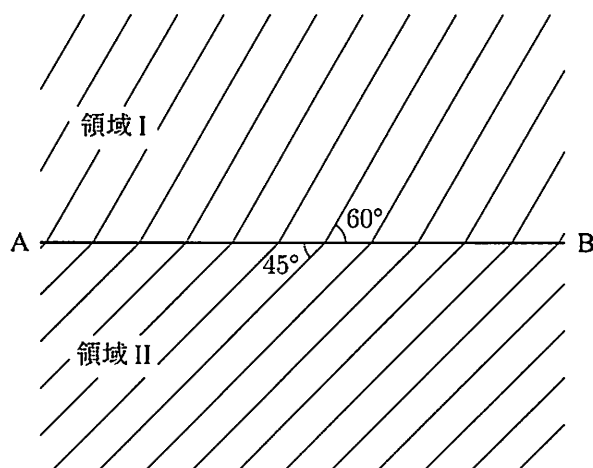
9

- ① $-nRT_0$ ② $-nC_VT_0$ ③ $-nC_pT_0$ ④ $-n(C_V + C_p)T_0$
 ⑤ nRT_0 ⑥ nC_VT_0 ⑦ nC_pT_0 ⑧ $n(C_V + C_p)T_0$

III

次の問い A (問 1), B (問 2), C (問 3) に答えなさい。

- A** 次の図のように、直線 AB の境界線で深さの異なる 2 つの領域 I と II が接する水槽に水が入れてある。この図は水槽を上から見た図である。領域 I から領域 II へと進むとき水面波が屈折し、領域 I で波面と直線 AB との傾きが 60° であったものが、領域 II では 45° に変わった。領域 I での波の速さを v_I 、領域 II での波の速さを v_{II} とする。水槽は十分広くて浅いものとする。

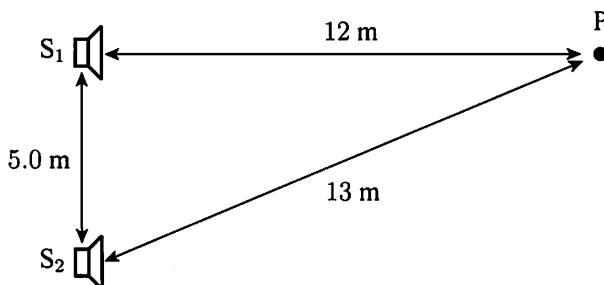


- 問 1 $\frac{v_I}{v_{II}}$ はいくらか。正しいものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

10

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

B 次の図のように、2つのスピーカー S_1 と S_2 が 5.0 m 離れて設置され、同じ振動数で同位相の音波を出している。 S_1 から距離 12 m 、 S_2 から距離 13 m 離れた点 P で S_1 と S_2 から出た音波を直接観測する。音速を 340 m/s とする。



問2 S_1 と S_2 から出す音波の振動数を 500 Hz から徐々に大きくしていくとき、 P で観測する音が最初に弱め合うときの振動数は何 Hz か。最も適当な値を、次の①～④の中から一つ選びなさい。

11 Hz

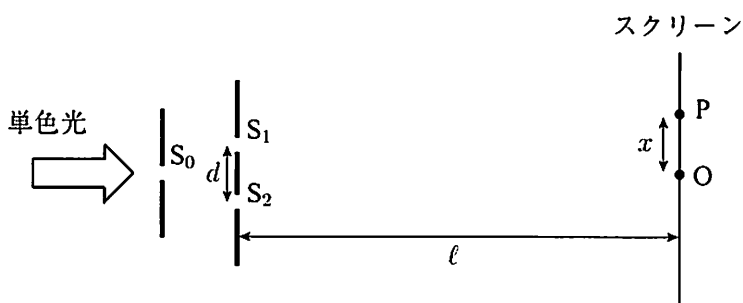
① 510

② 680

③ 850

④ 1020

- C 次の図のように、単スリット S_0 と間隔 d の複スリット S_1 , S_2 に単色光を通したところ、複スリットから十分大きな距離 ℓ 離れた位置にあるスクリーン上に明暗のしまができた。スクリーンの中央付近で隣り合う明線の間隔は a であった。複スリットの間隔を d から $1.5d$ に変化させたとき、隣り合う明線の間隔は a から a' に変化した。ただし、 S_1 と S_2 の間隔が d のとき、スクリーン上で S_1 と S_2 から等距離にある点 O から距離 x の位置にある点を P とすると、 S_1 と P の距離と S_2 と P の距離の差は $\frac{xd}{\ell}$ と表されるものとする。



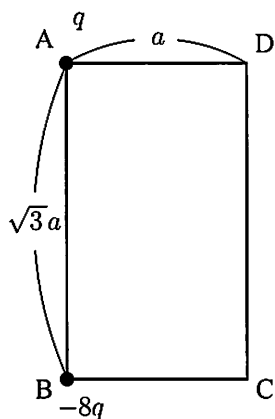
問3 $\frac{a'}{a}$ はいくらか。最も適当な値を、次の①～④の中から一つ選びなさい。

12

- ① 0.33 ② 0.67 ③ 1.5 ④ 3.0

Ⅳ 次の問い A (問 1), B (問 2), C (問 3), D (問 4), E (問 5), F (問 6) に答えなさい。

A 次の図のように、長方形 ABCD の頂点 A に電気量 q (> 0) の点電荷を、頂点 B に電気量 $-8q$ の点電荷を固定した。辺 AD の長さは a 、辺 AB の長さは $\sqrt{3}a$ である。点 C の電位を V_C 、点 D の電位を V_D とする。クーロンの法則の比例定数を k とする。

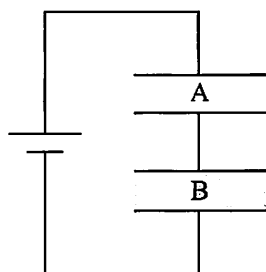


問 1 $V_D - V_C$ はどのように表されるか。正しいものを、次の①～⑧の中から一つ選びなさい。

13

- | | | | |
|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| ① $-\frac{11kq}{2a}$ | ② $-\frac{9kq}{2a}$ | ③ $-\frac{7kq}{2a}$ | ④ $-\frac{5kq}{2a}$ |
| ⑤ $\frac{5kq}{2a}$ | ⑥ $\frac{7kq}{2a}$ | ⑦ $\frac{9kq}{2a}$ | ⑧ $\frac{11kq}{2a}$ |

B 同じ形状の2つの平行板コンデンサーAとBがある。Aの極板間は真空であり、Bの極板間は比誘電率 ϵ_r の誘電体で満たされている。次の図のようにAとBを電池に接続した。このとき、Aに蓄えられた電荷を Q_A 、Aの極板間の電場の強さを E_A とし、Bに蓄えられた電荷を Q_B 、Bの極板間の電場の強さを E_B とする。

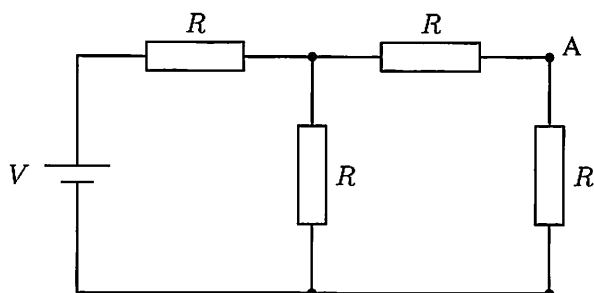


問2 $\frac{Q_B}{Q_A}$ と $\frac{E_B}{E_A}$ はどのように表されるか。正しい組み合わせを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

14

	①	②	③	④	⑤	⑥
$\frac{Q_B}{Q_A}$	1	1	1	ϵ_r	ϵ_r	ϵ_r
$\frac{E_B}{E_A}$	$\frac{1}{\epsilon_r}$	1	ϵ_r	$\frac{1}{\epsilon_r}$	1	ϵ_r

- C 次の図のように、抵抗値が R の抵抗4個と、起電力 V の電池を接続した。このとき、回路中の点Aを流れる電流の大きさを I とする。電池の内部抵抗は無視できるものとする。

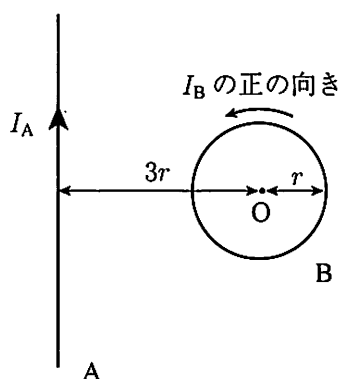


- 問3 I はどのように表されるか。正しいものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

15

- ① $\frac{V}{5R}$ ② $\frac{2V}{5R}$ ③ $\frac{3V}{5R}$ ④ $\frac{4V}{5R}$ ⑤ $\frac{V}{R}$

- D** 次の図のように、十分に長い直線導線 A と円形コイル B が同一平面内に置かれている。B の半径は r であり、B の中心 O と A の距離は $3r$ である。A に大きさ I_A の電流が図中の矢印の向きに流れている。B に電流 I_B を流したところ、O での磁場が 0 になった。ただし、図中の矢印の向きを I_B の正の向きとする。



- 問4 $\frac{I_B}{I_A}$ はどのように表されるか。正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

16

① $-\frac{2}{3\pi}$

② $-\frac{1}{3\pi}$

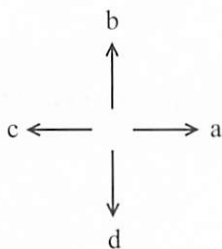
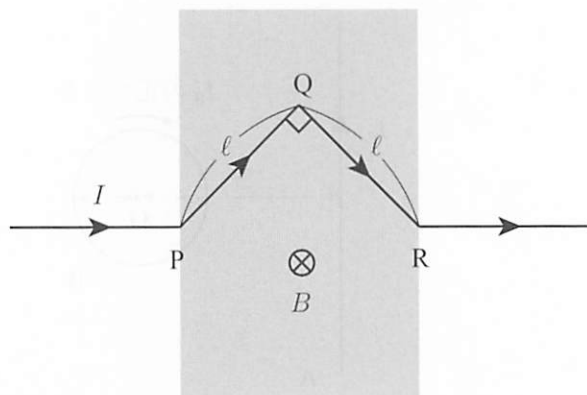
③ $-\frac{1}{6\pi}$

④ $\frac{1}{6\pi}$

⑤ $\frac{1}{3\pi}$

⑥ $\frac{2}{3\pi}$

- E** 次の図のように、直角二等辺三角形の2等辺の部分PQRをもつ導線に、大きさ I の電流が図中の矢印の向きに流れている。導線は紙面内にあり、導線の一部PQRは一樣な磁場中にある。磁場は紙面に垂直で、紙面の表から裏に向かう向きであり、磁束密度の大きさは B である。辺PQと辺QRの長さは ℓ である。導線を流れる電流のつくる磁場の影響は無視できるものとする。

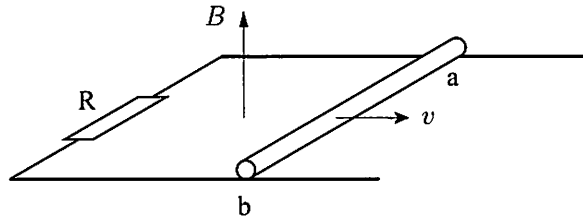


- 問5 導線の部分PQRが受ける力の大きさはどう表されるか。また、その向きは上の図に示した向きa~dのどれか。正しい組み合わせを、次の①~⑧の中から一つ選びなさい。

17

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
大きさ	$\sqrt{2}IB\ell$	$\sqrt{2}IB\ell$	$\sqrt{2}IB\ell$	$\sqrt{2}IB\ell$	$2IB\ell$	$2IB\ell$	$2IB\ell$	$2IB\ell$
向き	a	b	c	d	a	b	c	d

F 次の図のように、鉛直上向きで磁束密度の大きさ B の一様な磁場内に、長い2本の平行な金属レールを水平に置き、レールの左端に抵抗 R を接続する。レールの上に導体棒 ab をレールと垂直になるように乗せ、この導体棒を右向きに一定の速さ v で動かした。導体棒とレールの電気抵抗は無視できるものとする。



問6 導体棒に流れる電流の向きと、 a と b の電位はどうなるか。最も適当な組み合わせを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

18

	電流の向き	a と b の電位
①	$a \rightarrow b$	a の電位の方が高い
②	$a \rightarrow b$	b の電位の方が高い
③	$a \rightarrow b$	a と b の電位は等しい
④	$b \rightarrow a$	a の電位の方が高い
⑤	$b \rightarrow a$	b の電位の方が高い
⑥	$b \rightarrow a$	a と b の電位は等しい

V 次の問い A (問 1) に答えなさい。

A 水素原子の n 番目の定常状態のエネルギー準位は次の式で与えられる。

$$E_n = -\frac{2.2 \times 10^{-18}}{n^2} \text{ J}$$

問 1 水素原子が $n = 4$ の定常状態から $n = 2$ の定常状態へ移るときに放出される光の波長は何 m か。最も適当な値を、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。ただし、プランク定数は $6.6 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ 、光の速さは $3.0 \times 10^8 \text{ m/s}$ とする。

19 m

① 1.6×10^{-7}

② 2.4×10^{-7}

③ 3.2×10^{-7}

④ 4.8×10^{-7}

⑤ 6.4×10^{-7}

⑥ 7.2×10^{-7}

物理の問題はこれで終わりです。解答欄の **20** ～ **75** はマークしないでください。
解答用紙の科目欄に「物理」が正しくマークしてあるか、もう一度確かめてください。

この問題冊子を持ち帰ることはできません。