

科学オリンピックへの道  
岡山物理コンテスト 2017  
問題 A

2017 年 10 月 14 日 (土)

10:20～11:10 (50 分)

問題にチャレンジする前に次の<注意事項>と<指数を用いた数の表記>をよく読んでください。  
問題は大問 20 題からなります。問題は一見難しく見えても、よく読むとわかるようになっていきます。  
どの問題から取り組んでも結構です。最後まであきらめずにチャレンジしてください。

<注意事項>

1. 開始の合図があるまで、問題冊子（全 23 ページ）を開けてはいけません。
2. 電卓を使用してもよろしい。
3. 携帯電話やスマートフォンなどの電源は切り、カバンの中にしまっておきなさい。
4. 解答はすべて解答用紙に記入しなさい。解答用紙は 1 枚です。必ずチャレンジ番号と氏名を記入しなさい。
5. 気分が悪くなったりトイレに行きたくなったりしたとき、または質問があるときは手を挙げて監督者に知らせなさい。
6. 終了の合図があったら、ただちに解答を止め、チャレンジ番号と氏名を確認の上、監督者の指示を待ちなさい。
7. 問題冊子は持ち帰りなさい。

<指数を用いた数の表記>

大きい数や小さい数を扱うときには、指数表記を利用することが多い。

$$1.2 \times 10^3 = 1.2 \times 10 \times 10 \times 10 = 1200 \quad 1.2 \times 10^{-3} = 1.2 \times \frac{1}{10^3} = \frac{1.2}{1000} = 0.0012$$

指数表記では、一般に  $a \times 10^n$  ( $1 \leq a < 10$ ) の形で表す。

このように記述することで、大きな数や小さな数を簡潔に表現できる。

【例】 地球から太陽までの距離 = 150000000 km =  $1.5 \times 10^8$  km  
電子の質量 = 0.0000000000000000000000000000091 kg =  $9.1 \times 10^{-31}$  kg

<参考> (物理のための数学基礎知識)

## 【三角比】

直角三角形の直角でない角度の1つが決まれば、3辺の比を決めることができる。これを三角比という。図1のように辺の長さ  $a$ ,  $b$ ,  $c$  と角度  $\theta$  を決めると、正弦 (sin : サイン), 余弦 (cos : コサイン), 正接 (tan : タンジェント) は以下のように定義される。

$$\text{正弦} \quad \sin \theta = \frac{a}{c} \quad \text{余弦} \quad \cos \theta = \frac{b}{c} \quad \text{正接} \quad \tan \theta = \frac{a}{b}$$

これらにより、直角三角形の1つの辺の長さと1つの角度の大きさが決まれば、残りの辺の長さを三角比を用いて表すことができる。

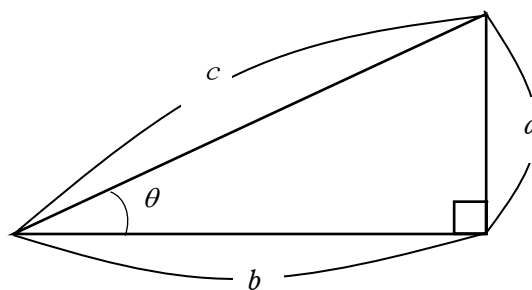


図1

## 【弧度法】

角度を表すのに、 $180^\circ$  や  $360^\circ$  のように、 $[^\circ]$  という単位を使って表す度数法は日常生活で広く使われている。一方数学や物理では、弧度法と呼ばれる表し方を用いることが多い。この表し方は次のように定義される。

半径  $r$  の円弧を考える。ある中心角に対する弧の長さは円の半径に比例するが、中心角にも比例する。つまり、この弧の長さは中心角を表していると考えることができる。そこで、図2のように、半径  $r$  の円弧の長さを  $x$  とするとき、中心角  $\theta$  を、

$$\theta = \frac{x}{r}$$

と定義する。この表し方を弧度法といい、単位を rad (ラジアン) で表す。

したがって、半径  $r$  の円の円周の長さは  $2\pi r$  であるから、 $360^\circ$  を弧度法で表すと、その値  $\theta$  [rad] は、

$$\theta = \frac{x}{r} = \frac{2\pi r}{r} = 2\pi \text{ [rad]}$$

となる。 $180^\circ$  を弧度法で表すと、その値  $\theta'$  [rad] は  $\theta$  の半分であるから、

$$\theta' = \pi \text{ [rad]}$$

となる。

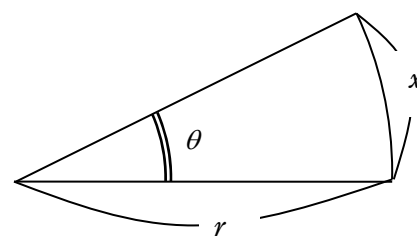


図2

## 第1問

東西に長い鉄道があり，その上を走る電車の中で図1のようにAとBがキャッチボールをしている。

電車が静止した状態で，AもBも水平に同じ速さ $v$ で，同時にお互いをめがけてボールを投げると，その後AとBは同時にボールをキャッチすることができた。

次に，電車が一直線上を運動している状態で，同様にお互いをめがけてボールを投げるとすると，AとBのどちらが先にボールをキャッチするか。次の(1)，(2)について，答えとして正しい組み合わせを，次の①～⑨から1つ選べ。ただし，ボールを投げたときの速さ $v$ は，電車の中から観測したものである。また，ボールは相手が必ずキャッチできるものとする。

- (1) 電車が東向きに等速直線運動をしているときに，ボールを投げる場合  
 (2) 電車が東向きに等加速度直線運動を始めた瞬間に，ボールを投げる場合

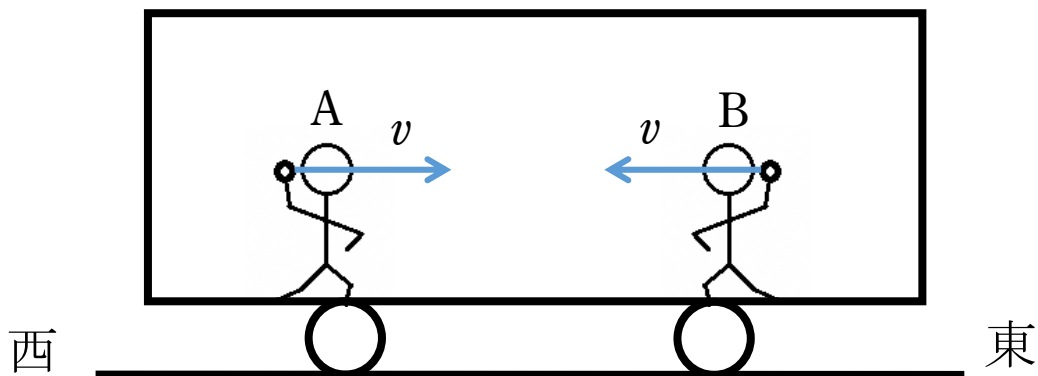


図1

	(1)	(2)
①	Aが先	Aが先
②	Aが先	Bが先
③	Aが先	同時
④	Bが先	Aが先
⑤	Bが先	Bが先
⑥	Bが先	同時
⑦	同時	Aが先
⑧	同時	Bが先
⑨	同時	同時

## 第2問

水の入ったビーカーが、台ばかりに載っている。このときの台ばかりの目盛りは 300 g であった。

いま、図2のように、質量 140 g、体積  $50 \text{ cm}^3$  の金属球を、軽い糸でばねばかりにつり下げて全体を水中に入れ静止させた。このとき、ばねばかりと台ばかりの目盛りは、それぞれいくらかであるか。正しい組み合わせを、次の①～⑧から 1 つ選べ。ただし、金属球はビーカーの底に接しておらず、水の密度を  $1.0 \text{ g/cm}^3$  とする。

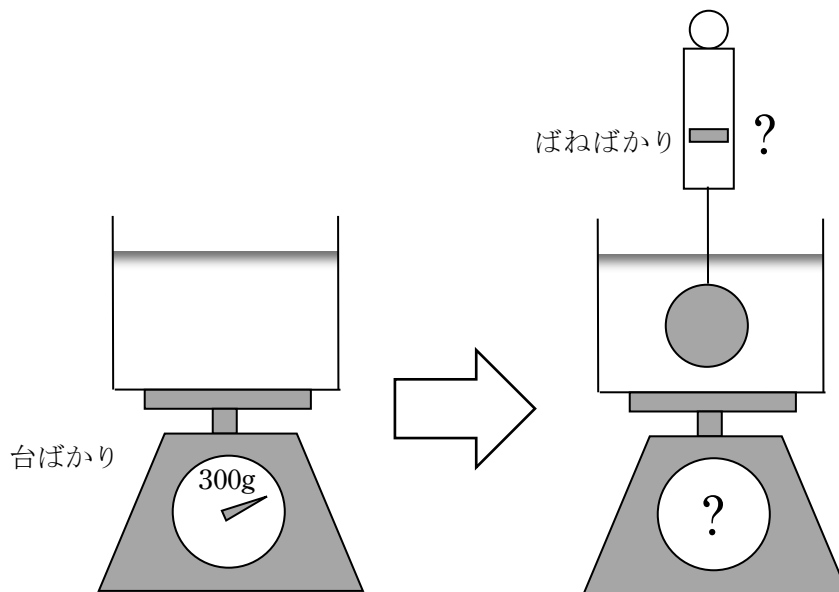


図2

	ばねばかり	台ばかり
①	140 g	300 g
②	140 g	350 g
③	140 g	390 g
④	140 g	440 g
⑤	90 g	300 g
⑥	90 g	350 g
⑦	90 g	390 g
⑧	90 g	440 g

### 第3問

小球を斜め上方に投げたところ、図3の破線の軌道を描いて運動した。軌道の頂点に達した瞬間の、小球にはたらく合力の向きおよび、小球の加速度の向きとして適切な組み合わせを、次の①～⑩から1つ選べ。ただし、空気の影響はないものとし、選択肢の欄では、合力や加速度の値がゼロのときは向きがないので「O」としている。

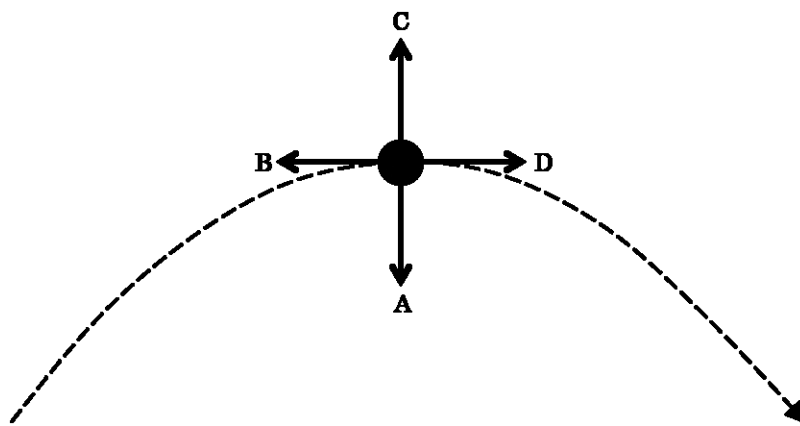


図3

	合力の向き	加速度の向き
①	O	O
②	A	O
③	A	A
④	A	D
⑤	B	O
⑥	B	B
⑦	D	O
⑧	D	A
⑨	D	C
⑩	D	D

## 第4問

図4のように、長さ $L$ 、重さ $W$ の一様な棒BCの左端Bを表面が粗い壁に押し当て、右端Cを壁の点Aに軽くて伸び縮みしない糸ACで結ぶ。すると、棒は水平に静止した。このとき、棒にはたらくている力について、最も適当なものを、次の①～⑦から1つ選べ。

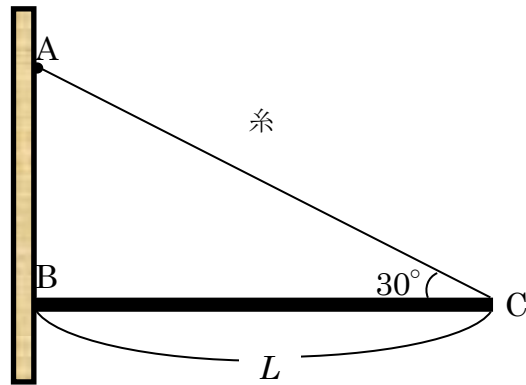


図4

①		④		⑦	
②		⑤			
③		⑥			

## 第5問

図5-1のように軽いばねに質量の無視できる板を取り付け、その上に小物体をのせる。ばねを自然長（高さB）から $h$ だけ縮め、高さCの位置から静かに離す。すると、小物体は板から離れ鉛直方向に飛び出し、高さCからの距離 $H$ の高さAまで到達した。

次に、図5-2のように、同じばねを高さCの位置に水平に、摩擦のない台と斜面とがなめらかにつながっている台上に固定した。図5-1と同じ距離 $h$ だけばねを縮め、小物体を発射すると、高さBで鉛直方向に小物体は発射された。このときの、小物体の最高点の高さを、次の①～⑥から1つ選べ。ただし、高さCを基準とする。

- ①  $H$     ②  $h$     ③  $H+h$     ④  $H-h$     ⑤  $(H+h)^2$     ⑥  $(H-h)^2$

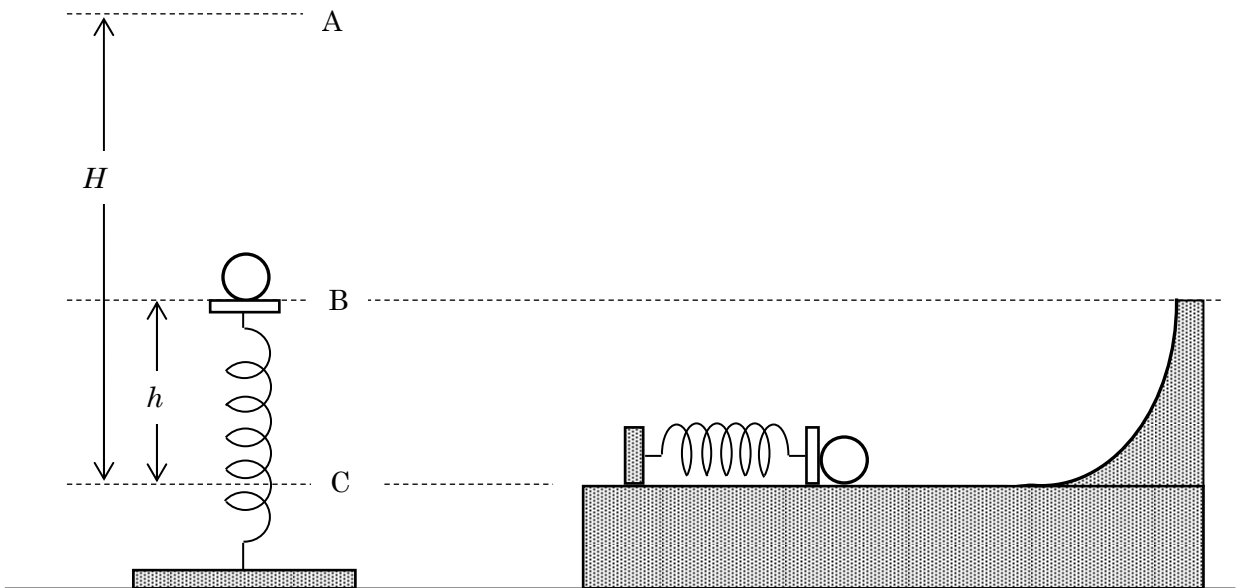


図5-1

図5-2

## 第6問

図6のように車輪のついた箱の中に、天井からおもりをつるし、床からはヘリウムの入った風船を浮かべた。箱を右向きに等加速度直線運動をさせたとき、おもりと風船は、箱に対してある位置で静止した。このときのおもりと風船のようすについて正しいものを、次の①～⑨から1つ選べ。

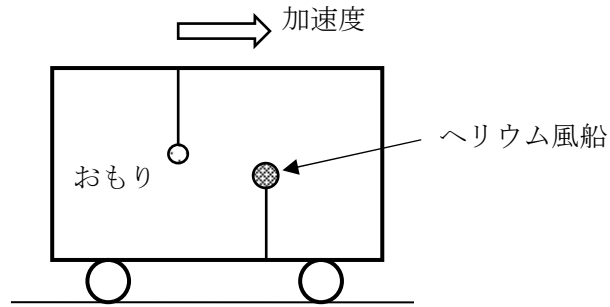


図6

- ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨



## 第7問

2枚の平面鏡A, Bを点Oで直角に合わせる。図7-1のように鏡Aに対して45°になるようにレーザー光を当てたところ、レーザー光は入射光に対して平行に反射して返ってきた。

その後図7-2のように、入射光を固定したまま、鏡A, Bを点Oを中心に時計回りに30°回転させた。光は図7-1と同じように鏡Aで反射した後、鏡Bで再び反射した。鏡Bで反射した光の向きとして正しいものを図7-3の①～⑥の中から1つ選べ。ただし、回転させる前の鏡Aに沿った点線を角度の基準とする。

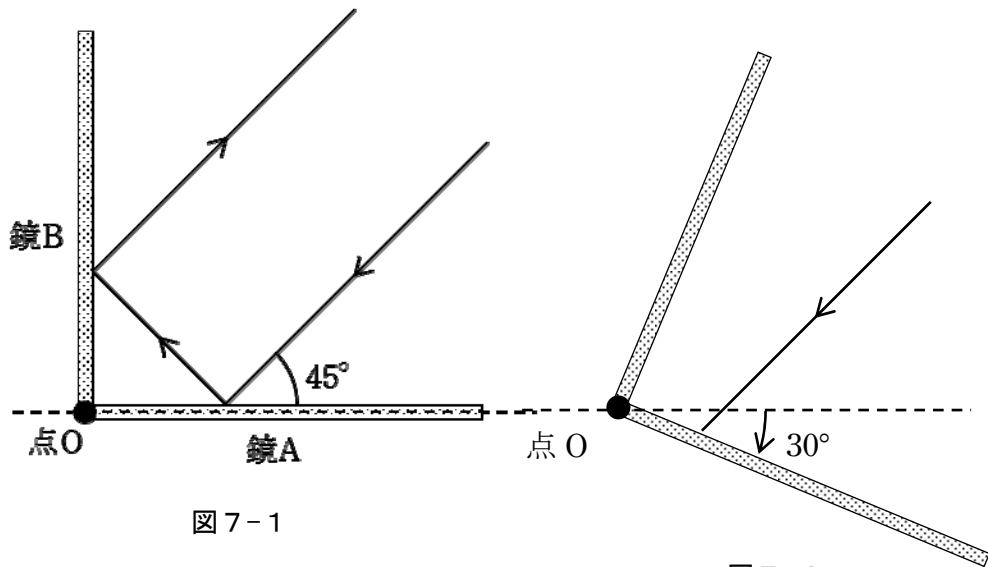


図7-1

図7-2

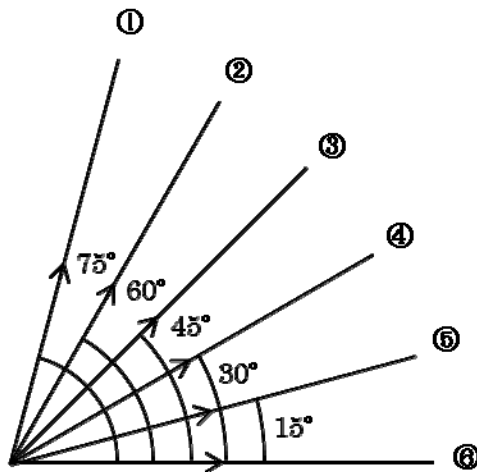


図7-3

## 第 8 問

体育館などでマイクとスピーカーを用いて音を大きくするときに、「キーン」といった大きな音が生じることがある。この現象をハウリングという。

これは、マイクで拾った音がアンプで増幅されスピーカーから出て、その音を再びマイクが拾い、増幅された音がスピーカーから出る。この繰り返しのより、とても小さな音であっても、何度も何度も増幅されることで、ある特定の音だけが大きく増幅されることで起こる (図 8)。

音は波であり、伝わる速さ  $v$  [m/s]、振動数  $f$  [Hz]、波長  $\lambda$  [m] の関係は

$$v = f\lambda$$

で表される。音は波であるから、山と谷があり、干渉という現象がおきる。これは山と山(谷と谷)が重なって強め合ったり、山と谷が重なって弱め合ったりする現象である。

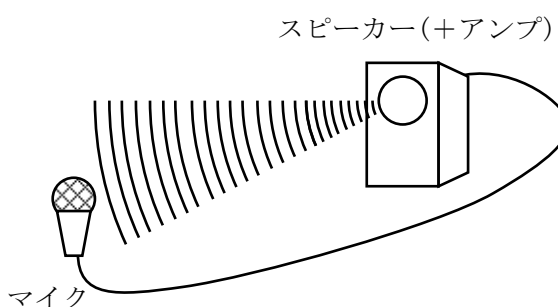


図 8

ハウリングが起きているときは、その音よりも少し高い音や、少し低い音もマイクは拾っている。マイクとスピーカーの距離が 5.0m のとき、1700Hz の高さのハウリングが聞こえた。次に、マイクとスピーカーの距離を少し近づけると、先ほどまでハウリングしていた 1700 Hz の音は聞こえにくくなり、別の振動数の音がハウリングするようになった。このとき(1)、(2)の答えの組み合わせとして正しいものを、次の①～⑥から 1 つ選べ。ただし、音速は 340 m/s とする。

- (1) 距離を近づけた後にハウリングした音の振動数は、1700 Hz よりも大きい小さいか。
- (2) 1700 Hz のハウリングを一番小さくするためには、ハウリングが最も大きかった位置から、何 cm 近づけるとよいか。

	(1)	(2)
①	大きい	5 cm
②	大きい	10 cm
③	大きい	20 cm
④	小さい	5 cm
⑤	小さい	10 cm
⑥	小さい	20 cm

## 第9問

湯をはった浴槽に入った状態で、指が水面に対して垂直になるように、水面に手を近づける。このとき、手のひらを斜め上から見ると、手のひらの長さが縮んだように見える。これは光が水中から空気中に出るときに屈折するためであり、図9-1はそのときの様子を示している。

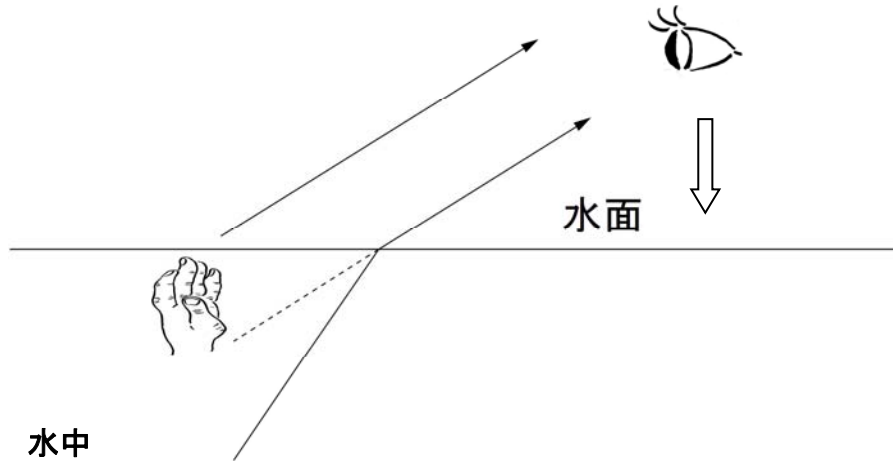


図9-1

このあと、見る位置をだんだん水面に近づける。すると、図9-2に示している手のひらの幅や長さはどのように変化して見えるか。次の①～⑤から1つ選べ。

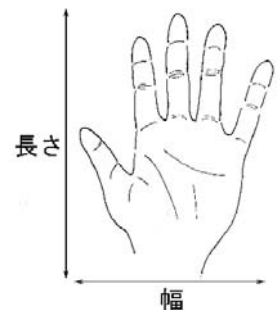


図9-2

- ① 見る位置を水面に近づけても、見え方は変化しない。
- ② 見る位置を水面に近づけると、手のひらの幅は変わらずに、長さが長くなって、もとの長さにもどったように見える。
- ③ 見る位置を水面に近づけると、手のひらの幅は変わらずに、長さがより短くなったように見える。
- ④ 見る位置を水面に近づけると、手のひらの長さは変わらずに、幅が広くなったように見える。
- ⑤ 見る位置を水面に近づけると、手のひらの長さは変わらずに、幅が狭くなったように見える。

## 第 10 問

今年も西日本を中心に暑い夏となった。特に、8月6日から7日にかけて、日本海側の地域で猛暑となり、島根県益田市では今夏の最高気温となる 39.3℃を記録した。このときの高温の原因は、台風5号通過に伴う「フェーン現象」の発生であった。次の文章はフェーン現象の仕組みを説明したものである。

図10のように、平野Aにある水蒸気を多く含んだ空気塊が山脈を上るとき、高度が上がるにつれ気圧が下がり、空気塊は膨張する。このとき空気塊は(ア)が、水蒸気が(イ)。100m上昇するごとに約0.5℃変化する。

その後、空気塊は山頂付近で雨を降らせ、水分を失ってから平野Bへ吹き降ろす。高度が下がるにつれ気圧が上がり、空気塊は収縮する。このとき空気塊は(ウ)が、水分を失って乾燥しており蒸発熱が少ない。温度は100m下降するごとに約1.0℃変化する。

その結果、平野Bの気温は高くなる。

説明文の空欄(ア)～(ウ)にあてはまる文の正しい組み合わせを、次の①～⑧から1つ選べ。

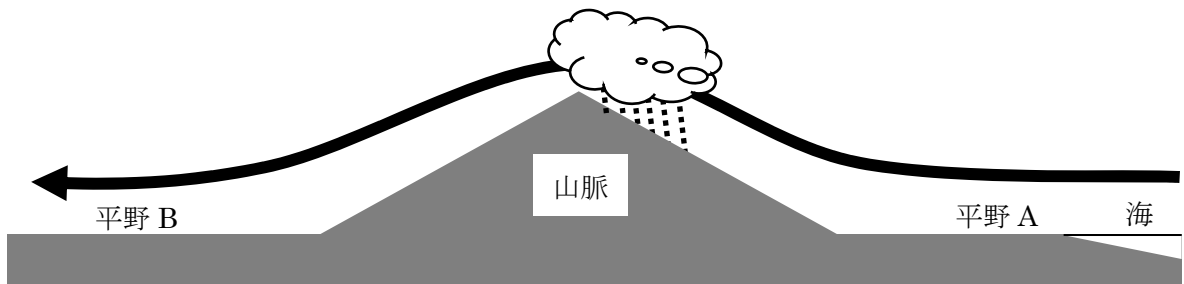


図 10

(ア), (ウ) の選択肢

- a 外部に仕事をするので, 内部エネルギーを失い, 温度が下がる
- b 外部に仕事をするので, 内部エネルギーを得て, 温度が上がる
- c 外部から仕事をされるので, 内部エネルギーを失い, 温度が下がる
- d 外部から仕事をされるので, 内部エネルギーを得て, 温度が上がる

(イ) の選択肢

- e 凝縮して空気塊から熱を吸収する
- f 凝縮して空気塊へ熱を放出する

	ア	イ	ウ
①	a	e	d
②	a	f	d
③	b	e	c
④	b	f	c
⑤	c	e	a
⑥	c	f	a
⑦	d	e	b
⑧	d	f	b

## 第 11 問

図 11 は、乾湿計(乾湿球湿度計)といわれ、乾球温度計と感温部に湿らせたガーゼを巻き付けた湿球温度計の 2 つで構成されている。この 2 つの温度計の温度差を利用して相対湿度を求めることができる。(1), (2)の答えとして正しい組み合わせを、次の①～⑨から 1 つ選べ

9 月のある日の室内で乾湿計を用いて測定した。

左側 27℃ …… 乾球温度計

右側 24℃ …… 湿球温度計

(1) このときの相対湿度はいくらか。表 11 を利用して求めよ。

表 11

		乾球と湿球の示度の差(°C)											
		1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10		
乾 球 の 示 度 ( ° C )	30	92	85	78	72	65	59	53	47	41	36	30	乾 球 の 示 度 ( ° C )
	29	92	85	78	71	64	58	52	46	40	35	29	
	28	92	85	77	70	64	57	51	45	39	33	28	
	27	92	84	77	70	63	56	50	43	37	32	27	
	26	92	84	76	69	62	55	48	42	36	30	26	
	25	92	84	76	68	61	54	47	41	34	28	25	
	24	91	83	75	68	60	53	46	39	33	26	24	
	23	91	83	75	67	59	52	45	38	31	24	23	
	22	91	82	74	66	58	50	43	36	29	22	22	
	21	91	82	73	65	57	49	42	34	27	20	21	



図 11

(2) 乾湿計の説明文について、正しいものを次のうちから 1 つ選べ。

- 湿球温度計は水で湿らせたガーゼが巻かれていて気化熱を奪われるため、乾球温度計より低い温度を示す。
- 雨の日と晴れの日を比較すると、雨の日は乾球温度計と湿球温度計の温度差が大きくなる。
- 湿球温度計の感温部をうちわであおぐと、乾湿温度計と湿球温度計の温度差が小さくなる。

	(1)	(2)
①	75	a
②	75	b
③	75	c
④	77	a
⑤	77	b
⑥	77	c
⑦	78	a
⑧	78	b
⑨	78	c

## 第 12 問

液体が気化して気体になるとき、周囲から熱を奪う。この現象を利用して空気を冷却するのがエアコン(エアーコンディショナー)である。ここで、熱を運搬する役割を果たしているのは「冷媒」(エアコンガスとも呼ばれる)である。図 12-1 は室内機、図 12-2 は室外機と呼ばれ、一体となってエアコンとしてはたらいっている。図 12-3 はエアコンが冷房運転をしているときの冷媒の状態と、エアコンの中の装置を模式的に表したものである。冷媒の物質の三態、温度、圧力の状態は、図 12-3 の説明のとおりであるとする。また図 12-3 の  にはエアコンの中の装置である「吸熱機」「放熱機」「圧縮機」「減圧機」のいずれかが当てはまるものとする。



図 12-1



図 12-2

- 吸熱機・・・ここでは冷媒が熱を吸収する装置
- 放熱機・・・ここでは冷媒から熱を放出する装置
- 圧縮機・・・冷媒を圧縮する装置
- 減圧機・・・冷媒を膨張させる装置

A ~  D に当てはまる用語が適切に並べてあるものを、次の①～⑥から 1 つ選べ。

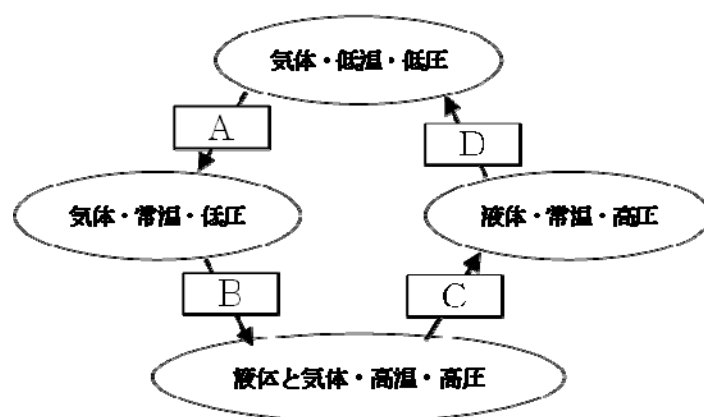


図 12-3

	A	B	C	D
①	圧縮機	減圧機	吸熱機	放熱機
②	圧縮機	減圧機	放熱機	吸熱機
③	減圧機	吸熱機	圧縮機	放熱機
④	減圧機	放熱機	圧縮機	吸熱機
⑤	吸熱機	圧縮機	放熱機	減圧機
⑥	放熱機	圧縮機	吸熱機	減圧機

## 第 13 問

ラジオの AM 放送に用いられる電波は波長が数百 m ある。本来このような電波を受信するためには、非常に長いアンテナが必要になるが、写真のような「ループアンテナ」を用いることで小さくすることができる。

AM ラジオのループアンテナは、図 13-1 のように、円形コイルの形をしている。電波によって、このコイル内部の磁場が変動すると、電磁誘導が起こり、誘導電流が生じる。このようにして電波の信号を電流の変化に変換して、ラジオは電波を受信している。

また、電波は、図 13-2 のように、電場と磁場が互いに垂直な方向に振動しながら伝わる。

いま、図 13-2 のように  $z$  軸方向に進む電波を、進行方向の正面で受信するとき、ループアンテナの向きをどのようにすると最もよく聞こえるか。最も適切な向きを、次の①～④から 1 つ選べ。

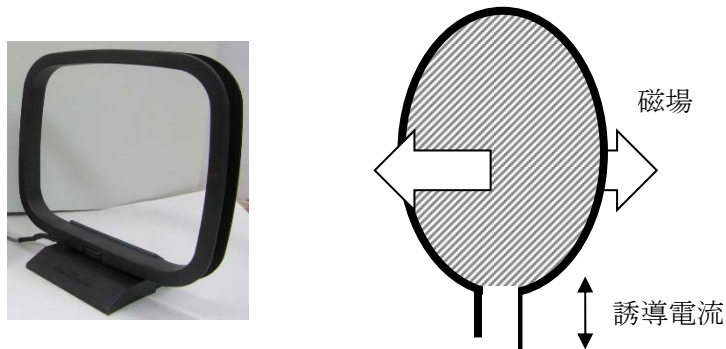


図 13-1 ループアンテナ

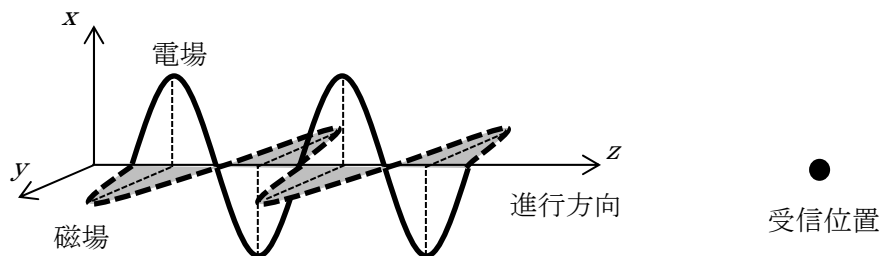


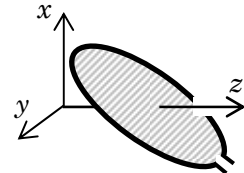
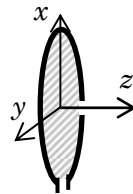
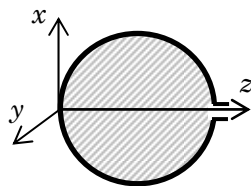
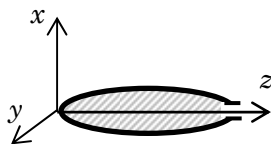
図 13-2 電波の進み方と受信位置

①  $y-z$  平面上

②  $x-z$  平面上

③  $x-y$  平面上

④ 進行方向に対し  $45^\circ$





## 第 14 問

電気をもっている粒子が磁場中を移動すると、磁場から力を受ける。この力を「ローレンツ力<sup>りょく</sup>」という。

ローレンツ力を利用した装置に、以前のテレビで主に使われていた「ブラウン管」(図 14-1)がある。ブラウン管は主に電子銃、コイル、蛍光面からなる真空管からできている。蛍光面には赤、緑、青の蛍光体が塗ってあり、加熱された電子銃から放出された電子が、高電圧で加速され蛍光面に衝突すると発光する。この電子の軌道を変えて蛍光面全体に衝突させることで発光する。電子の軌道を変える際にコイルで磁場を生じさせ、ローレンツ力により蛍光面の狙った場所に電子を衝突させる。

電子の移動方向、磁場の向き、ローレンツ力の向きを図 14-2、図 14-3 に示す。左手の中指を電子の移動方向の逆の向き、人差し指を磁場の向きに対応させると、親指の向きがローレンツ力の向きとなる。

図 14-4 のように電子銃、コイル A~D、蛍光面が配置されているブラウン管を考える。蛍光面の図の■の場所(点 P)に電子を衝突させるには、どのコイルで磁場を発生させればよいか。コイルの場所が適切な組み合わせを、次の①~⑥から 1 つ選べ。

この問いでは、コイル A~D ではそれぞれ図の矢印の向きに磁場がブラウン管の中全体に発生するものとし、磁場の大きさは考慮しなくてもよいものとする。



図 14-1



図 14-2

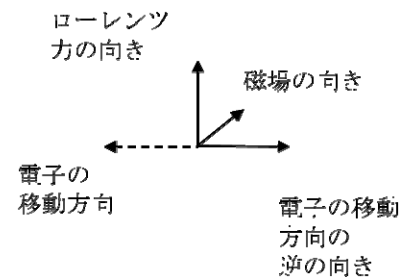


図 14-3

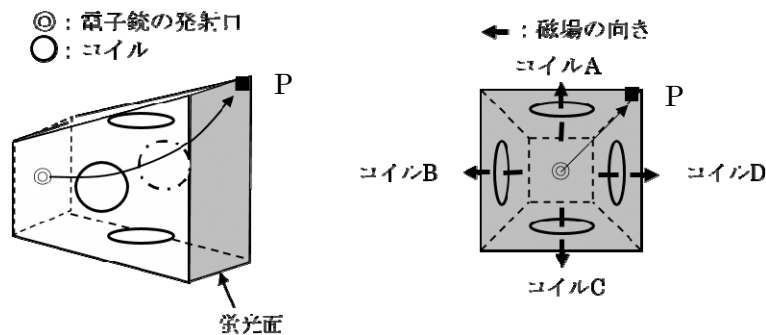


図 14-4

- ① A と B    ② B と C    ③ C と D    ④ A と D    ⑤ A と C    ⑥ B と D

## 第 15 問

電気エネルギーを考える上で、大切な物理量に電力  $P$  がある。電力は加えた電圧  $V$  と流れる電流  $I$  の積で表すことができる。単位は W(ワット)が用いられる。また、電気回路において抵抗  $R$  に電圧を加えたときに流れる電流は、 $V = IR$  の式で表すことができる。これをオームの法則という。したがって、電力は  $P = IV = I^2R = V^2/R$  と表される。電球の表示(図 15-1)で 100 V で 150 W とは、100 V の電圧を与えたときに 150 W の電力を消費することを表している。

これらの知識を使って図 15-2 のような回路について考える。

いま、100 V で 100 W の電球 A と 100 V で 40 W の電球 B を図 15-2 のように直列に接続し、交流電源を用いて 100 V の電圧をかけ、電流を流した。このときの電球について正しいものを、次の①～⑤から 1 つ選べ。ただし明るさは、消費電力が大きいほど明るいものとする。

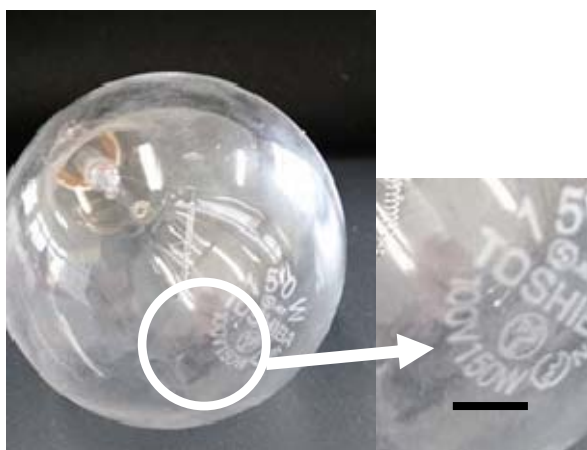


図 15-1

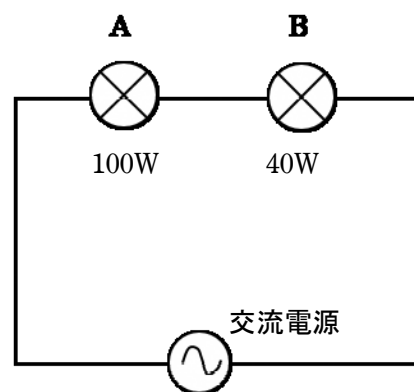


図 15-2

- ① 同じ電流が流れているため、明るさは同じ。
- ② 電流は同じだが、A に加わる電圧が高くなるので A が明るくなる。
- ③ 電流は同じだが、B に加わる電圧が高くなるので B が明るくなる。
- ④ 電流は同じだが、A の抵抗が小さくなるので A が明るくなる。
- ⑤ 電流は同じだが、B の抵抗が小さくなるので B が明るくなる。

## 第 16 問

銅のパイプの中にネオジム磁石を、初速度  $0 \text{ m/s}$  で静かに落とすと、ネオジム磁石は加速した後、やがて一定の速さで落下した。

図 16-1 は、その様子を示している。ネオジム磁石がパイプの中を落下すると、それによって生じる磁場の変化を打ち消すように、パイプに渦電流が流れる。その渦電流からネオジム磁石は上向きの力を受ける。一方で、ネオジム磁石には下向きに重力がはたらく。そして、それらの力が釣り合うことによって、ネオジム磁石は一定の速さで落下する。

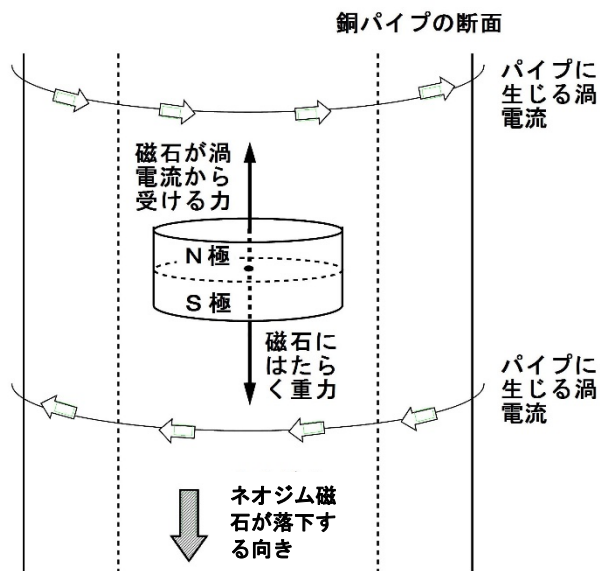


図 16-1

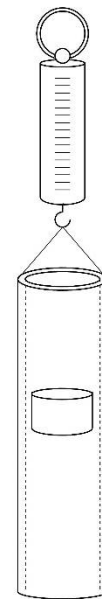


図 16-2

いま、銅のパイプの重さを  $1.25 \text{ N}$ 、中に落としたネオジム磁石の重さを  $0.05 \text{ N}$  とする。図 16-2 のように、磁石が中を一定の速さで落下しているときのパイプの重さをばねばかりで量ると、目盛りは何  $\text{N}$  を示すか。次の①～④から 1 つ選べ。

- ①  $0.05 \text{ N}$
- ②  $1.20 \text{ N}$
- ③  $1.25 \text{ N}$
- ④  $1.30 \text{ N}$

## 第 17 問

発光ダイオード(LED)は、図 17-1 のように p 型半導体と n 型半導体が接した構造である。p 型半導体には正(+ )の電荷をもった「ホール」が含まれており、n 型半導体には負(- )の電荷をもった電子が含まれている。LED に図 17-1 のように電源を接続すると p 型半導体の中のホールと、n 型半導体の中の電子がそれぞれ中央部に流れ込んで結合する。このときに、加えたエネルギーが光となる。

また、光は波であり、波長と振動数をもっている。図 17-2 は光の色や種類と振動数の関係を表している。

一方、光は粒子の集まりと考えることができ、これを「光子」という。光子 1 個のエネルギー  $E$  は、光の振動数  $\nu$  に比例し、 $E=h\nu$  ( $h$  はプランク定数と呼ばれる比例定数) の式で表される。

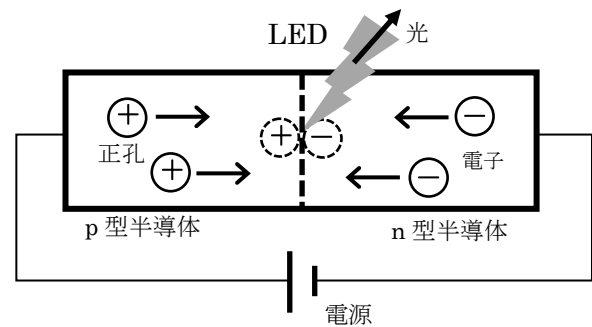


図 17-1

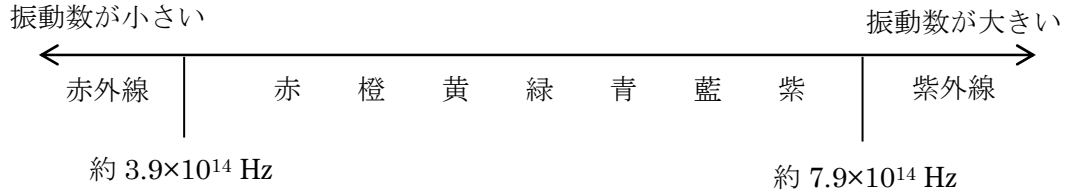


図 17-2

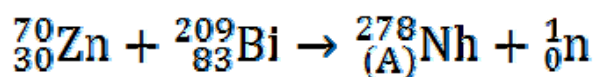
このため、LED の色によって光子 1 個のエネルギーは異なり、発光に必要な電圧が異なる。赤色、青色、赤外線それぞれの LED を、発光に必要な電圧が高い方から低い方へ順番に並べる。正しい順番を、次の①～⑥から 1 つ選べ。

- ① 赤色 > 青色 > 赤外線
- ② 赤色 > 赤外線 > 青色
- ③ 青色 > 赤外線 > 赤色
- ④ 青色 > 赤色 > 赤外線
- ⑤ 赤外線 > 青色 > 赤色
- ⑥ 赤外線 > 赤色 > 青色

## 第 18 問

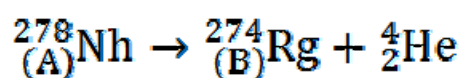
日本の理化学研究所・森田浩介博士らの研究グループが発見した新元素に対し、2016年12月、元素名「ニホニウム」と元素記号「Nh」が正式に与えられた。これについての説明文の空欄(A)、(B)にあてはまる数字の正しい組み合わせを、次の①～⑥から1つ選べ。

研究グループは、「加速器」(原子核などを超高速に加速する装置)を用いて光の速さの10%まで加速した亜鉛の原子核を、ビスマスの原子核に衝突させて合体させることにより、ニホニウムの原子核を作ることに成功した。この原子核反応は次のような式で表される。



この式で「Zn」は亜鉛の元素記号、「Bi」はビスマスの元素記号、「n」は中性子を表す。各記号の左下の数字は原子核の中の陽子の数で、「原子番号」という(Znでは30)。記号の左上の数字は、原子核の中の陽子と中性子の数の和で、「質量数」という(Znでは70)。陽子や中性子は、新しくできたり消滅したりすることはない。このため、原子核反応の前後で、陽子の合計や、中性子の合計は変化することがない。

ニホニウムは安定に存在することができない。今回作られたニホニウム(質量数278のニホニウム)はわずか0.24ミリ秒で、約半数が $\alpha$ 崩壊し、レントゲニウム(Rg)とヘリウム(He)に崩壊する。この過程は次のような式で表される。



この後、さらに $\alpha$ 崩壊を繰り返し、マイトネリウム(Mt)、ボーリウム(Bh)、ドブニウム(Db)へと崩壊する。このとき放出される $\alpha$ 粒子のエネルギーを分析することで、ニホニウムが作られていたことが確認された。

	A	B
①	53	51
②	53	55
③	112	110
④	112	114
⑤	113	111
⑥	113	115

## 第 19 問

分子の大きさを、アボガドロ定数 ( $6 \times 10^{23}$  個) から考えてみよう。例えば 1 mol の水はおよそ 18 g であり、体積は約  $18 \text{ cm}^3$  である。概数を求めるため、分子を立方体として最も密に詰まっていると考え、おおよその分子の大きさ (立方体の一辺の長さ) を計算してみよう。考えられる水分子の大きさとして最も近いものを、次の①～④から 1 つ選べ。

- ①  $3 \times 10^{-8} \text{ cm}$
- ②  $5 \times 10^{-8} \text{ cm}$
- ③  $7 \times 10^{-8} \text{ cm}$
- ④  $9 \times 10^{-8} \text{ cm}$

## 第 20 問

私たちが実験で測定したり，求めたりする量の多くは，「単位」を付けて考えたり答えたりしなければいけない。また，「単位」は「次元」と深く関連している。

物理で扱う「単位」と「次元」を，次の表 20 に示す。

表 20

次元	次元を表す記号	よく用いられる単位の例
長さ	L	m (メートル) km (キロメートル)
質量	M	g (グラム) kg (キログラム)
時間	T	s (秒) min (分) h (時間)

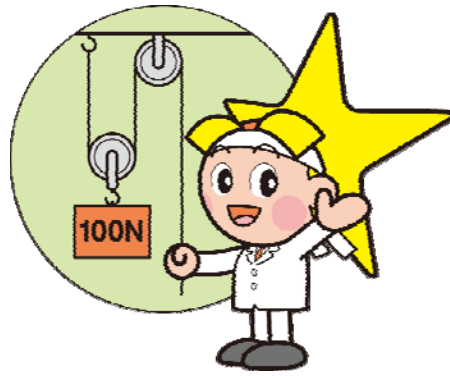
物理で扱う量は，すべてこれらの「次元」を組み合わせてることによって表される。なお，「次元」を表す場合には，次元を表す記号の両側に [ ] をつけ，指数表記を用いる。

次に，この考え方や表記方法を用いて，いろいろな量を「次元」で表してみよう。例えば面積という量は，(縦) × (横) や (底辺) × (高さ) など，長さという次元を 2 乗して求めることができるので，面積の次元は [L] × [L] すなわち [L<sup>2</sup>] となる。実際に用いられる単位も cm<sup>2</sup> や m<sup>2</sup> など，長さの単位を 2 乗した単位が用いられる。同様に考えると，速さという量は (距離) ÷ (時間) などの式で求めることができるので，その次元は [L] ÷ [T] = [LT<sup>-1</sup>] である。実際に用いられる単位も m/s や km/h など，長さの単位を時間の単位で割った単位が用いられる。

では，次に示す(1)と(2)の量の次元はそれぞれどのように表されるか。正しく表した組み合わせを，以下の表の①～⑨の中から 1 つ選べ。

- (1) 加速度 (加速度は，(速さ)÷(時間)で求めることができる)
- (2) 密度

	(1) 加速度	(2) 密度
①	[LT <sup>-1</sup> ]	[ML <sup>-1</sup> ]
②	[LT <sup>-1</sup> ]	[ML <sup>-2</sup> ]
③	[LT <sup>-1</sup> ]	[ML <sup>-3</sup> ]
④	[LT <sup>-2</sup> ]	[ML <sup>-1</sup> ]
⑤	[LT <sup>-2</sup> ]	[ML <sup>-2</sup> ]
⑥	[LT <sup>-2</sup> ]	[ML <sup>-3</sup> ]
⑦	[LT <sup>-3</sup> ]	[ML <sup>-1</sup> ]
⑧	[LT <sup>-3</sup> ]	[ML <sup>-2</sup> ]
⑨	[LT <sup>-3</sup> ]	[ML <sup>-3</sup> ]



岡山県マスコット ももち