

1学期 中間試験 対策講習

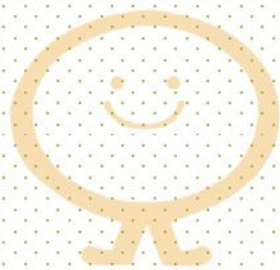
中3甲陽物理化学

本日・明日に授業で扱う内容は

化学「酸化と還元」

物理「中1・中2範囲の復習」です。

重要な問題を集めていますので、必ず試験前に解き直しをすること。



STUDY COLLABO.



8

気柱の共鳴について考える。ただし、開口端補正は考えなくてよい。

- (1) 図1のように、片側が閉じた細長い閉管 A の管口付近にスピーカー a が置かれている。スピーカー a の発振音の振動数を 0 Hz から徐々に大きくしていくと、最初の共鳴が振動数 $f_1 = 340$ Hz で起こった。さらに振動数を大きくしていくと、ある振動数 f_2 で再び共鳴が起こった。 f_2 の値として最も適当なものを、下の ①～⑥ のうちから1つ選べ。 $f_2 = \boxed{1}$ Hz



図1

- ① 510 ② 680 ③ 850 ④ 1020 ⑤ 1190 ⑥ 1360
- (2) 次の文章中の空欄「ア」～「ウ」に入れる語と数値の組合せとして最も適当なものを、下の ①～⑥ のうちから1つ選べ。 $\boxed{2}$

図2のように、(1)の閉管 A およびスピーカー a の横と同じ形状の閉管 B とスピーカー b を置いた。閉管 B 内部の気体はヒーターで一様に暖めることができる。

スピーカー a, b の振動数を 340 Hz に保ち、それぞれの管で共鳴を起こしてから、ヒーターを用いて閉管 B を暖めると、閉管 B では共鳴しなくなった。これは閉管 B 内の音の速さが「ア」し、共鳴する振動数が「イ」するからである。そこでスピーカー b の発振音の振動数のみを 340 Hz から徐々に「イ」させると、再び閉管 B が共鳴し、1秒当たり4回のうなりが発生した。このときのスピーカー b の振動数は「ウ」Hz である。

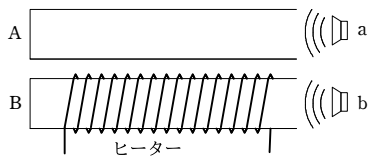
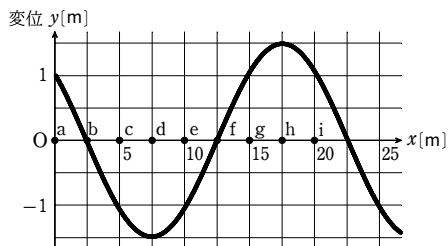


図2

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
ア	減少	減少	減少	減少	増加	増加	増加	増加
イ	減少	減少	増加	増加	減少	減少	増加	増加
ウ	336	338	342	344	336	338	342	344

9

振動数 5 Hz の正弦波が x 軸の正の向きに進んでいる。図は、ある時刻における波形を表したものである。



- (1) この正弦波の振幅、波長、速きの組合せとして最も適当なものを、次の ①～⑥ のうちから1つ選べ。 $\boxed{1}$

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
振幅 [m]	1.5	1.5	1.5	1.5	3.0	3.0	3.0	3.0
波長 [m]	10	10	20	20	10	10	20	20
速さ [m/s]	50	100	50	100	50	100	50	100

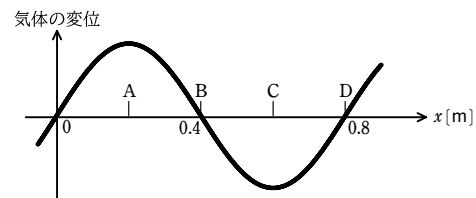
- (2) 次の文章中の空欄「ア」・「イ」に入れる記号の組合せとして最も適当なものを、下の ①～⑥ のうちから1つ選べ。 $\boxed{2}$

図の状態から時間が経過し、 x 軸上 a の位置に波の山がきた。このとき、b から i のうち、山がある位置は「ア」であり、谷がある位置は「イ」である。

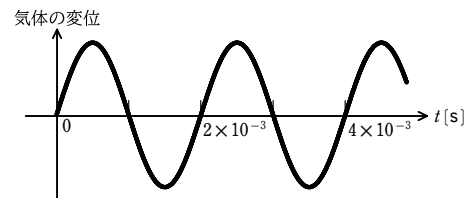
	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
ア	b	b	g	g	h	h	i	i
イ	d	f	c	e	d	f	c	e

10

気体中を x 軸に沿って音波が進んでいる。1 図は時刻 $t=0$ における場所ごとの気体の変位を表したグラフである。2 図は場所 $x=0$ における気体の変位の時間変化を表したグラフである。ただし、気体の変位の符号は x 軸の正の方向を正としている。



1 図



2 図

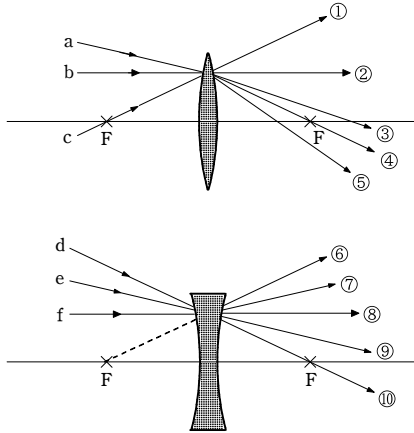
- (1) この音波の速度はほぼいくらか。次の ①～⑥ のうちから正しいものを1つ選べ。ただし、 x 軸の正の方向に進む向きを正とする。 $\boxed{1}$ m/s
 ① -800 ② -400 ③ -200 ④ 200 ⑤ 400 ⑥ 800
- (2) 1 図に示した各点 A, B, C, D のうち、時刻 $t=0$ において気体が最も密な点はどこか。次の ①～④ のうちから正しいものを1つ選べ。 $\boxed{2}$
 ① A ② B ③ C ④ D

11

図に示したように凸レンズと凹レンズの左側から光線 a~f が入射する。レンズの左側では光線 b, f は光軸に平行である。また図中の F はレンズの焦点の位置を表す。

問 光線 a~f がレンズを通過した後の光路として最も適当なものを、次の ①~⑩のうちから1つずつ選べ。

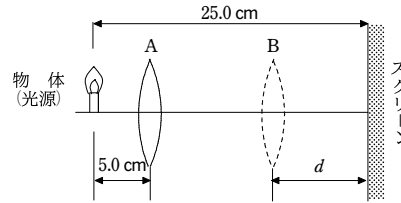
光線	a	b	c	d	e	f
光路	1	2	3	4	5	6



12

図のように、物体(光源)から 25.0 cm の位置にスクリーンを置き、凸レンズを物体とスクリーンの間で移動させたところ、図の A と B の2つの位置でスクリーン上に物体の実像が生じた。A と物体の距離は 5.0 cm であった。ただし、図における長さの関係は正確ではない。

1) このレンズの焦点距離 f 、および B とスクリーンの距離 d は、それぞれいくらになるか。最も適当な数値の組合せを、下の ①~⑩のうちから1つ選べ。 1



	f [cm]	d [cm]
①	4.0	4.0
②	4.0	5.0
③	4.0	6.9
④	5.0	4.0
⑤	5.0	5.0
⑥	5.0	6.9
⑦	6.7	4.0
⑧	6.7	5.0
⑨	6.7	6.9

2) レンズの位置が A のときにスクリーン上に生じた実像の倍率はいくらか。最も適当な数値を、次の ①~⑩のうちから1つ選べ。 2

- ① 0.25 ② 0.80 ③ 1.0 ④ 1.3 ⑤ 4.0 ⑥ 5.0

13

断面積 $6.0 \times 10^{-8} \text{ m}^2$ で長さ 18 m の導線の両端に 1.5 V の電圧をかけると 50 mA の電流が流れた。

1) この導線を3等分して長さを 6 m にし、その3本を並列に接続する。両端に 1.5 V の電圧をかけた場合、3本の導線に流れる全電流はもとの何倍になるか。最も適当な数値を、次の ①~⑩のうちから1つ選べ。 1

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

2) 長さ l 、断面積 S の導線の電気抵抗は $\frac{l}{S}$ に比例し、その比例定数を抵抗率という。

表にはいくつかの物質の室温での抵抗率が示されている。上の測定で用いた導線の材料はそれらの物質のいずれかである。どの物質が使われているか。正しいものを、下の ①~⑥のうちから1つ選べ。ただし、導線の抵抗の温度変化は無視できるものとする。 2

物質	抵抗率 [$\Omega \cdot \text{m}$]	物質	抵抗率 [$\Omega \cdot \text{m}$]
銅	1.7×10^{-8}	金	2.3×10^{-8}
アルミニウム	2.8×10^{-8}	タングステン	5.5×10^{-8}
鉄	1.0×10^{-7}	ニクロム	1.1×10^{-6}

- ① 銅 ② 金 ③ アルミニウム
④ タングステン ⑤ 鉄 ⑥ ニクロム

14

図1のように3つの抵抗 R_1 , R_2 , R_3 からなる電気回路に、一定電圧 30V を発生する直流電源と電流計を接続した。 R_1 , R_2 の抵抗値はそれぞれ 60Ω と 20Ω であるが、 R_3 の抵抗値はわかっていない。ただし、電流計の内部抵抗は無視するものとする。

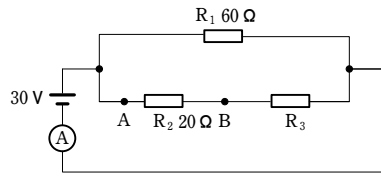


図1

- (1) 次の文章中の空欄 ・ に入る数値として最も適当なものを、下のそれぞれの解答群から1つずつ選べ。,

図1のA, B間の電圧の値は12Vであった。このことから、 R_3 の抵抗値は

Ω であり、電流計を流れる電流は A である。

の解答群

- ① 3.0 ② 15 ③ 20 ④ 30 ⑤ 40 ⑥ 60

の解答群

- ① 0.27 ② 0.60 ③ 1.1 ④ 2.0 ⑤ 3.7 ⑥ 11

- (2) 図2のように、 R_1 と R_2 はそのままにして、 R_3 を可変抵抗(抵抗値を連続的に変えられる抵抗) R_4 とつなぎ換えた。 R_1 と R_2 で消費される電力をそれぞれ P_1 , P_2 とする。 R_4 の抵抗値を0 Ω から大きくしていったときの P_1 と P_2 の変化に関する語句の組合せとして最も適当なものを、下の①~⑩のうちから1つ選べ。

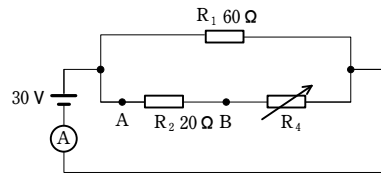


図2

	P_1	P_2
①	増加する	増加する
②	増加する	変化しない
③	増加する	減少する
④	変化しない	増加する
⑤	変化しない	変化しない
⑥	変化しない	減少する
⑦	減少する	増加する
⑧	減少する	変化しない
⑨	減少する	減少する

15

図1のような装置は箔(はく)検電器とよばれ、箔の開き方から電荷の有無や帯電の程度を知ることができる。箔検電器を用いて行う静電気の実験について考えよう。

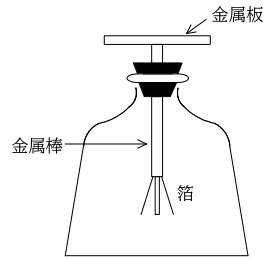


図1

- (1) 箔検電器の動作を説明する次の文章の空欄 ~ に入れる記述 a~c の組合せとして最も適当なものを、下の①~⑥のうちから1つ選べ。

帯電していない箔検電器の金属板に正の帯電体を近づけると、 ため自由電子が引き寄せられる。その結果、金属板は負に帯電する。一方、箔検電器内では ため帯電体から遠い箔の部分は自由電子が減少して正に帯電する。帯電した箔は、 ため開く。

- a 同種の電荷は互いに反発しあう
b 異種の電荷は互いに引き合う
c 電気量の総量は一定である

	ア	イ	ウ
①	a	b	c
②	a	c	b
③	b	a	c
④	b	c	a
⑤	c	a	b
⑥	c	b	a

- (2) 箔検電器に電荷 Q を与えて、図2(a)で示したように箔を開いた状態にしておいた。次に箔検電器の金属板に、負に帯電した塩化ビニル棒を遠方から近づけたところ、箔の開きは次第に減少して図2(b)のように閉じた。初めに与えた電荷 Q と図2(b)の状態の金属板の部分にある電荷 Q' にはまる式の組合せとして正しいものを、下の①~⑥のうちから1つ選べ。

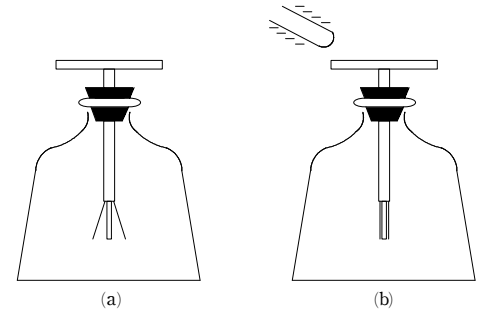


図2

- ① $Q > 0, Q' > 0$
② $Q > 0, Q' = 0$
③ $Q > 0, Q' < 0$
④ $Q < 0, Q' > 0$
⑤ $Q < 0, Q' = 0$
⑥ $Q < 0, Q' < 0$

- (3) 図2(b)の状態からさらに棒を近づけると再び箔は開いた。このとき箔の部分にある電荷は正負いずれか。また、その状態のまま図3のように金属板に指で触れた。指で触れているときの箔の開きは、触れる前と比べてどうなるか。電荷の正負と箔の開き方の組合せとして最も適当なものを、下の①~⑥のうちから1つ選べ。

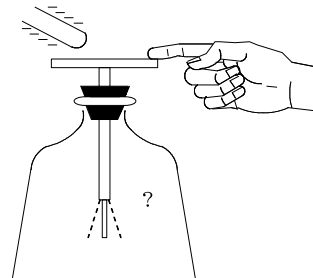


図3

	電荷の正負	箔の開き方
①	正	大きくなる
②	正	変わらない
③	正	小さくなる
④	負	大きくなる
⑤	負	変わらない
⑥	負	小さくなる

【解答&解説】

1

【解答】(1) 酸化された (2) 還元された (3) 還元された (4) 酸化された

2

【解答】(a) 還元 (b) H原子(水素) (c) 酸化 (d) 還元 (e) 電子
(f) 還元 (g) 酸化 (h) 酸化数 (i) 酸化 (j) 還元

3

【解答】(ア) 0 (イ) 0 (ウ) +2 (エ) -2 (オ) +4 (カ) -1
(キ) +4 (ク) +3 (ケ) +6 (コ) NH₄のN: -3, NO₃のN: +5
(サ) -1 (シ) +2 (ス) +7 (セ) -1

4

【解答】(a) 酸化剤 MnO₂, 還元剤 HCl (c) 酸化剤 I₂, 還元剤 SO₂
(d) 酸化剤 FeCl₃, 還元剤 SnCl₂

5

【解答】(a) MnO₄⁻ + 8H⁺ + 5e⁻ → Mn²⁺ + 4H₂O
(b) HNO₃ + H⁺ + e⁻ → NO₂ + H₂O
(c) SO₂ + 2H₂O → SO₄²⁻ + 4H⁺ + 2e⁻

6

【解答】(1) (+7 → +2), MnO₄⁻ + 8H⁺ + 5e⁻ → Mn²⁺ + 4H₂O
(2) (+5 → +4), HNO₃ + H⁺ + e⁻ → NO₂ + H₂O
(3) (+4 → +6), SO₂ + 2H₂O → SO₄²⁻ + 4H⁺ + 2e⁻
(4) (+6 → +4), H₂SO₄ + 2H⁺ + 2e⁻ → SO₂ + 2H₂O
(5) (0 → +2), Fe → Fe²⁺ + 2e⁻
(6) (+6 → +3), Cr₂O₇²⁻ + 14H⁺ + 6e⁻ → 2Cr³⁺ + 7H₂O

7

【解答】(1) ④ (2) ⑤

8

【解答】(1) ④ (2) ⑧

9

【解答】(1) ④ (2) ⑧

10

【解答】(1) ② (2) ②

11

【解答】(1) ⑤ (2) ④ (3) ② (4) ⑧ (5) ⑦ (6) ⑥

12

【解答】(1) ② (2) ⑤

13

【解答】(1) ⑥ (2) ⑥

14

【解答】(1) ① ④ ② ⑧ (2) ⑥

15

【解答】(1) ④ (2) ① (3) ⑥

2

【解答】(a) 還元 (b) H原子(水素) (c) 酸化 (d) 還元 (e) 電子
(f) 還元 (g) 酸化 (h) 酸化数 (i) 酸化 (j) 還元

【解説】酸化、還元とはどのような変化であるかをしっかり把握する。

酸化剤＝相手を酸化する＝自身は還元される＝酸素を与える＝水素を得る
＝電子を得る＝酸化数が減る
還元剤＝相手を還元する＝自身は酸化される＝酸素を得る＝水素を与える
＝電子を与える＝酸化数が増す

- (1) 酸素を与えることを酸化するというので、CuOはH₂を酸化し、H₂はCuOにより酸化されている。この反応は、酸化されて生じたCuOをもとのCuに戻す反応であるから、H₂を主語として表すときは、H₂はCuOを還元するという。よってCuOはH₂により還元されるという。
- (2), (3) H₂Sに対してO₂とCl₂は同じようにはたらいっているから、O₂がH₂Sを酸化すると同様にCl₂もH₂Sを酸化している。2つの反応に共通しているH原子の動きに注目して、H原子の授受も酸化還元反応であるから、H原子を失う(与える)ことを酸化される(還元する)という。
- (4), (5) 上記の(2), (3)と同様にO₂とCl₂のはたらしの共通点を見出すと、Cl₂はMgを酸化している。この反応では、単体のMg、O₂、Cl₂がイオンのMg²⁺、O²⁻、Cl⁻になっているので電子の移動が起こっている。電子の授受も酸化還元反応であるから、電子を失う(与える)ことを酸化される、還元するという。
- (6) 一見してO原子、H原子、電子の動きがはっきりしないときは、各物質について原子の酸化された程度を表す数(酸化数)を決める。酸化数が増えた原子は酸化された、酸化された原子を含む物質は酸化されたと判断し、酸化数が減った原子は還元された、還元された原子を含む物質は還元されたと判断する。また、酸化数の増えた原子、減った原子のないときは、その反応は酸化還元反応ではない別の反応(例えば中和反応、塩の複分解反応など)である。Sの酸化数は+4から+6に増えているからSO₂は酸化されており、Nの酸化数は+5から+4に減っているから、HNO₃は還元されている。

3

【解答】(ア) 0 (イ) 0 (ウ) +2 (エ) -2 (オ) +4 (カ) -1
(キ) +4 (ク) +3 (ケ) +6 (コ) NH₄のN: -3, NO₃のN: +5
(サ) -1 (シ) +2 (ス) +7 (セ) -1

【解説】酸化数は、次のようにして決める。

- 単体中の原子の酸化数は0。
- 単原子イオンの酸化数はイオンの電荷に等しい。
- 化合物中のHの酸化数はふつう+1、Oの酸化数はふつう-2。
(NaH, CaH₂, H₂O₂などは例外)
- 多原子イオンを構成する原子の酸化数の総和は、そのイオンの電荷に等しい。
- 化合物を構成する原子の酸化数の総和は0。
(ア), (イ) 単体は0とする。
(ウ) 単原子イオンは価数と酸化数が等しい。

(エ) H₂ S (+1 -2) (オ) Mn O₂ (+4 -2) (カ) H₂ O₂ (+1 -1) (キ) C O₃²⁻ (+4 -2) (ク) H₂ C₂ O₄ (+1 +3 -2)

(ケ) K₂ Cr₂ O₇ (+1 +6 -2) (コ) N H₄ N O₃ (-3 +1 +5 -2)

- (サ) KClはK⁺とCl⁻から構成されている。②より、酸化数はKが+1、Clが-1。
(シ) Ca(OH)₂はCa²⁺とOH⁻から構成されている。②, ④より、酸化数はCaが+2、Oが-2、Hが+1。
(ス) KMnO₄はK⁺とMnO₄⁻から構成されている。②, ④より、酸化数はKが+1、MnO₄⁻中のOの酸化数は-2、Mnの酸化数をxとおくと、
x + 1 + (-2) × 4 = -1 x = +7
(セ) NaHはNa⁺とH⁻から構成されている。②より、酸化数はNaが+1、Hが-1。

4

【解答】(a) 酸化剤 MnO₂, 還元剤 HCl (c) 酸化剤 I₂, 還元剤 SO₂
(d) 酸化剤 FeCl₃, 還元剤 SnCl₂

【解説】反応前後の各原子の酸化数を比較する。酸化数の減った原子を含む物質＝還元された＝酸化剤、酸化数の増えた原子を含む物質＝酸化された＝還元剤、酸化数の変化した原子のないときは酸化還元反応ではない。

(a) MnO₂ → MnCl₂, HCl → Cl₂
+4 +2 -1 0

O: -2, H: +1, MnCl₂のCl: -1で変化なし。

MnO₂は酸化剤、HClは還元剤。

(b) K: +1, Cl: -1, H: +1, S: +6, O: -2で、すべて変化なし。したがって、この反応は酸化還元反応ではない。

(c) I₂ → HI, SO₂ → H₂SO₄
0 -1 +4 +6

O: -2, H: +1で変化なし。

I₂は酸化剤、SO₂は還元剤。

(d) FeCl₃ → FeCl₂, SnCl₂ → SnCl₄
+3 +2 +2 +4

Cl: -1で変化なし。

FeCl₃は酸化剤、SnCl₂は還元剤。

酸化数の変化した原子がある反応 → 酸化還元反応
酸化数が減少した原子を含む……酸化剤
酸化数が増加した原子を含む……還元剤

5

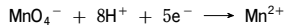
【解答】(a) MnO₄⁻ + 8H⁺ + 5e⁻ → Mn²⁺ + 4H₂O
(b) HNO₃ + H⁺ + e⁻ → NO₂ + H₂O
(c) SO₂ + 2H₂O → SO₄²⁻ + 4H⁺ + 2e⁻

【解説】(a) (i) MnO₄⁻ → Mn²⁺
+7 +2

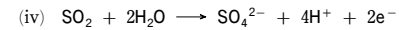
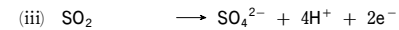
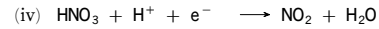
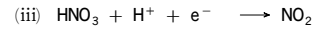
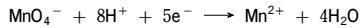
(ii) 酸化数が5減るので、左辺に5e⁻を加える。

MnO₄⁻ + 5e⁻ → Mn²⁺

(iii) 電荷の総和は、左辺が-6、右辺が+2なので、左辺に8H⁺を加える。



(iv) O原子の数, H原子の数を等しくするために, 右辺に4H₂Oを加える。



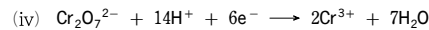
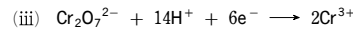
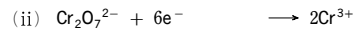
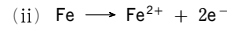
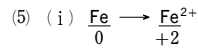
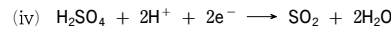
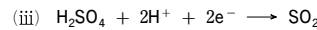
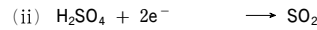
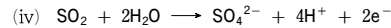
6

- 【解答】 (1) (+7 → +2), $\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\text{e}^- \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$
 (2) (+5 → +4), $\text{HNO}_3 + \text{H}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
 (3) (+4 → +6), $\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+ + 2\text{e}^-$
 (4) (+6 → +4), $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
 (5) (0 → +2), $\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^-$
 (6) (+6 → +3), $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ + 6\text{e}^- \rightarrow 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$

【解説】 e⁻を含むイオン反応式は(i)~(iv)の手順で作成する。

- (i) 反応の前後で酸化数が変化する物質を→の左右に書く。
 (ii) 酸化数の変化に応じて, 右辺または左辺にe⁻を加える。
 (iii) 電荷の総和が両辺で等しくなるように, 右辺または左辺にH⁺を加える。
 (iv) 両辺の原子数が等しくなるように, H₂Oを加える。

- (1) (i) $\text{MnO}_4^- \xrightarrow{+7} \text{Mn}^{2+} \xrightarrow{+2}$
 (ii) 酸化数が5減るので, 左辺に5e⁻を加える。
 $\text{MnO}_4^- + 5\text{e}^- \rightarrow \text{Mn}^{2+}$
 (iii) 電荷の総和は, 左辺が-6, 右辺が+2なので, 左辺に8H⁺を加える。
 $\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\text{e}^- \rightarrow \text{Mn}^{2+}$
 (iv) O原子の数, H原子の数を等しくするために, 右辺に4H₂Oを加える。
 $\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\text{e}^- \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$
 (2) (i) $\text{HNO}_3 \xrightarrow{+5} \text{NO}_2 \xrightarrow{+4}$
 (ii) $\text{HNO}_3 + \text{e}^- \rightarrow \text{NO}_2$
 (iii) $\text{HNO}_3 + \text{H}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{NO}_2$
 (iv) $\text{HNO}_3 + \text{H}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
 (3) (i) $\text{SO}_2 \xrightarrow{+4} \text{SO}_4^{2-} \xrightarrow{+6}$
 (ii) $\text{SO}_2 \rightarrow \text{SO}_4^{2-} + 2\text{e}^-$
 (iii) $\text{SO}_2 \rightarrow \text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+ + 2\text{e}^-$

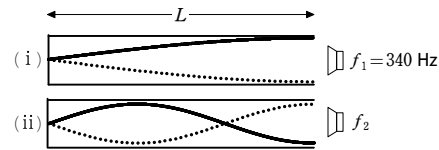


7

- (1) 弦が基本振動しているとき, 弦の長さ0.450 mは半波長なので, 波長は0.900 mである。求める速さをv[m/s]とすると「v=fλ」より
 $v = 360 \times 0.900 = 324 \text{ m/s}$
 腹が2つのとき, 2倍振動であり, 弦の長さは1波長である。振動数をf[Hz]とすると「v=fλ」より
 $324 = f \times 0.450$
 よって $f = 720 \text{ Hz}$
 以上より, 最も適当なものは ④。
 (2) 1秒当たりのうなりの回数は $\frac{8}{4} = 2$ 回
 よって, おんきの振動数は360±2 Hzである。
 弦楽器が発生する音が高くなったとき, 振動数は360 Hzより大きくなっており, その結果うなりがなくなったのでおんきの振動数は362 Hzとなる。
 以上より, 最も適当な数値は ⑤。

8

- (1) スピーカーの振動数を0から大きくしていくと, 図(i)のように, 閉口端で節, 開口端で腹になるような腹が1個の定常波が管内に生じたときに気柱が共鳴する。このときの音波の波長をλ₁とすると, 腹と節の距離は $\frac{\lambda_1}{4}$ なので, 図から, 管の長さをLとすると
 $L = \frac{\lambda_1}{4}$ ゆえに $\lambda_1 = 4L$
 よって, 音の速さをVとすると
 $V = f_1 \lambda_1$ より $f_1 = \frac{V}{\lambda_1} = \frac{V}{4L} = 340 \text{ Hz}$



スピーカーの振動数を大きくしていくと「V=fλ」より波長λが短くなっていく。したがって, 次に共鳴するのは図(ii)のように腹が2個の定常波となる。このときの音波の波長をλ₂とすると, 腹と節の距離は $\frac{\lambda_2}{4}$ なので, 図から

$$L = \frac{\lambda_2}{4} \times 3 \quad \text{ゆえに} \quad \lambda_2 = \frac{4}{3}L$$

よって, 振動数f₂は

$$V = f_2 \lambda_2 \quad \text{より} \quad f_2 = \frac{V}{\lambda_2} = \frac{3V}{4L} = 3f_1 = 3 \times 340 = 1020 \text{ Hz}$$

以上より, 最も適当なものは ④。

(2) 空気の温度がt[°C]のときに, 音波が空気中を伝わる速さV[m/s]は

$$V = 331.5 + 0.6t$$

と表される。したがって, 温度の上昇とともに音の速さVが増加し, 気柱が共鳴する振動数f₁は

$$f_1 = \frac{V}{4L}$$

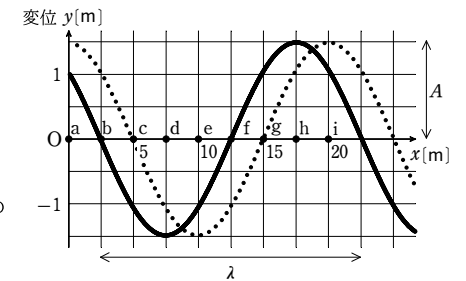
なので, f₁は増加する。振動数がわずかに異なる音波を同時に聞くとうなりが聞こえる。1秒間当たりのうなりの回数は2つの音の振動数の差である。よって, f₁=340 Hzとf₁'の音を同時に聞いたときのうなりの回数が1秒間当たり4回なので, f₁'>340 Hzより

$$4 = f_1' - 340 \quad \text{ゆえに} \quad f_1' = 344 \text{ Hz}$$

以上より, 組合せとして最も適当なものは ⑧。

9

- (1) 図から振幅AはA=1.5 m, 波長λはλ=20 mである。また, 振動数fがf=5 Hzなので, 波の伝わる速さvは「v=fλ」より
 $v = 5 \times 20 = 100 \text{ m/s}$
 以上より, 最も適当なものは ④。

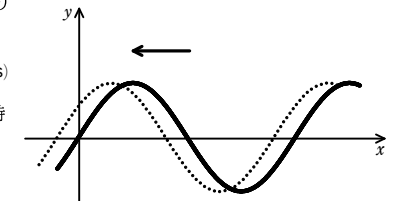


- (2) aの位置に山がきたときの波形は図の破線のようにになる。したがって, 山がある位置はi, 谷がある位置はeである。
 以上より, 最も適当なものは ⑧。

10

- (1) 1図より波長λ=0.8(m), 2図より周期T=2×10⁻³(s)であるので
 速さ|v|= $\frac{\lambda}{T} = \frac{0.8}{2 \times 10^{-3}} = 400 \text{ (m/s)}$

また, 2図により, t=0から少し時間がたったとき, +Δyの変位となるが, 1図のx=0において, 右上のように波が-x方向へ進むとき, +Δyの変位となるので, v=-400(m/s)。よって答えは②



- (2) 波形の山から谷へ向かう傾斜の中央部が縦波の最も密なところであり、1図ではB点にあたる。よって答えは②

11

- (1)~(3) 凸レンズにおいて

- Ⓐ 光軸に平行な光線は、レンズ通過後、反対側の焦点を通る。
- Ⓑ 入射側の焦点を通る光線は、レンズ通過後、光軸に平行に進む。
- Ⓒ レンズの中心を通る光線は直進する。

- Ⓐよりbは④, Ⓑよりcは②。aはbより上側から入射しているので④より下を進むように屈折する⑤が適する。よって答えは (1)⑤, (2)④, (3)②

- (4)~(6) 凹レンズにおいて

- Ⓐ 光軸に平行な光線は、レンズ通過後、入射側の焦点から出たように進む。
- Ⓑ 反対側の焦点に向かって入射する光線は、レンズ通過後、光軸に平行に進む。
- Ⓒ レンズの中心を通る光線は直進する。

- Ⓐよりfは⑥, Ⓑよりdは⑧, eはdとfの間だから⑦が適する。よって答えは (4)⑧, (5)⑦, (6)⑥

12

- (1) Aにレンズを置いたとき、物体とレンズの距離は $a=5.0$ cm、レンズと像の距離は $b=25.0-5.0=20.0$ (cm)である。したがって、レンズの焦点距離を f とすると、写像公式

$$\frac{1}{5.0} + \frac{1}{20.0} = \frac{1}{f}$$

より

$$f = 4.0 \text{ cm}$$

となる。また、Bにレンズを置いたとき、物体とレンズの距離は $a=25.0-d$ 、レンズと像の距離は $b=d$ 、レンズの焦点距離は $f=4.0$ cmなので、写像公式

$$\frac{1}{25.0-d} + \frac{1}{d} = \frac{1}{4.0}$$

より

$$d = 20.0, 5.0$$

ここで、 $d < 20.0$ cmなので

$$d = 5.0 \text{ cm}$$

である。

以上より、正しいものは②

- (2) 倍率 m は

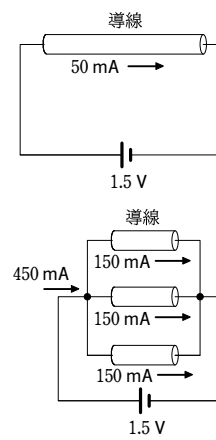
$$m = \left| \frac{b}{a} \right| = \frac{20}{5.0} = 4.0$$

となる。

以上より、正しいものは⑤

13

- (1) 導線の抵抗値は長さに比例するので、導線の長さを $\frac{1}{3}$ にすると抵抗値も $\frac{1}{3}$ になる。またオームの法則から、電圧 V が一定のとき、導線を通る電流 I は抵抗値 R に反比例する。よって、導線の長さが18 mのときに1.5 Vを加えると50 mAが流れるので、導線の長さが $\frac{1}{3}$ の6 mのときに1.5 Vを加えると電流が3倍の150 mAになる。3本の導線が並列に接続されているので、全電流はさらに3倍の450 mAであり、もとの9倍となる。
以上より、正しいものは⑥。



- (2) 導線の長さが18 mのとき、1.5 Vを加えると50 mAが流れる。よって、この導線の抵抗値 R は、オームの法則より
 $1.5 = R \times 0.050$ ゆえに $R = 30 \Omega$
ここで、抵抗率を ρ とすると

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

なので、 $l = 18$ m, $S = 6.0 \times 10^{-8} \text{ m}^2$, $R = 30 \Omega$ として

$$30 = \rho \frac{18}{6.0 \times 10^{-8}} \quad \text{ゆえに} \quad \rho = 1.0 \times 10^{-7} \Omega \cdot \text{m}$$

以上より、正しいものは⑨。

14

- (1) R_2 を流れる電流を i_2 [A]とすると、 R_2 についてのオームの法則から
 $12 = 20 \times i_2$
ゆえに $i_2 = 0.60$ (A)
となる。また、図aのBC間の電圧は

$$V_3 = 30 - 12 = 18 \text{ (V)}$$

である。 R_3 の電気抵抗を R_3 [Ω]とすると、 R_3 を流れる電流は0.60 Aなので、 R_3 についてのオームの法則から

$$18 = R_3 \times 0.60 \quad \text{ゆえに} \quad R_3 = 30 \text{ (}\Omega\text{)}$$

となる。

また、 R_1 を流れる電流を i_1 [A]とすると、 R_1 についてのオームの法則から

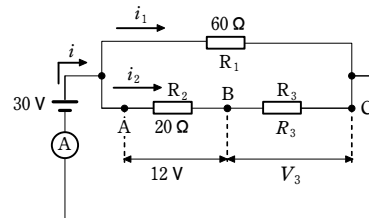
$$30 = 60 \times i_1 \quad \text{ゆえに} \quad i_1 = 0.50 \text{ (A)}$$

となる。よって、電流計を流れる電流は

$$i = i_1 + i_2 = 0.50 + 0.60 = 1.1 \text{ (A)}$$

となる。

以上より、最も適当なものは 1 ④, 2 ⑨



図a

- (2) R_1 での消費電力は

$$P_1 = 60 \times i_1^2$$

である。 R_4 の抵抗値が変化しても、 R_1 に加わる電圧は常に30 Vであるから、 R_1 を流れる電流も常に $i_1 = 0.50$ (A)である。

したがって、 P_1 は変化しない。

R_4 の電気抵抗を R_4 [Ω]とすると、 R_2 と R_4 の合成抵抗 R [Ω]は

$$R = 20 + R_4$$

である。したがって、 R_2 を流れる電流 i_2 は、 R_2 と R_4 の合成抵抗を考えて

$$i_2 = \frac{30}{R} = \frac{30}{20 + R_4}$$

となる。よって、 R_2 での消費電力は

$$P_2 = 20 \times i_2^2 = 20 \times \left(\frac{30}{20 + R_4} \right)^2$$

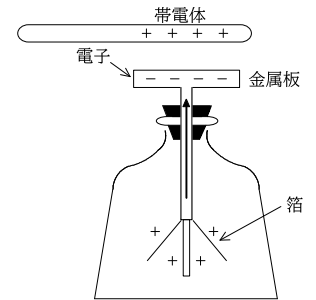
となるので、 R_4 が大きくなると P_2 は減少する。

以上より、最も適当な組合せは⑩。

15

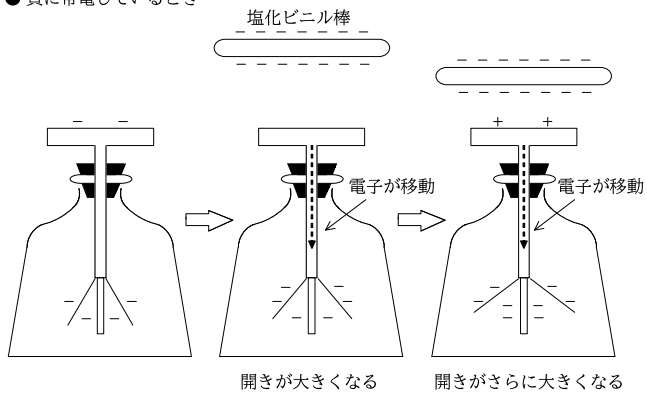
- (1) 正に帯電した帯電体を近づけると、金属中にある負の電荷の自由電子が静電気力によって引かれて金属板に集まり、金属板には負の電荷が現れる。箔検電器内の電気量は一定なので、金属板に電子が移動した分だけ箔の電子が不足し、箔には正の電荷が現れる。箔の正電荷間には静電気力によって反発力がはたらくので、箔は開く。

以上より、正しいものは④



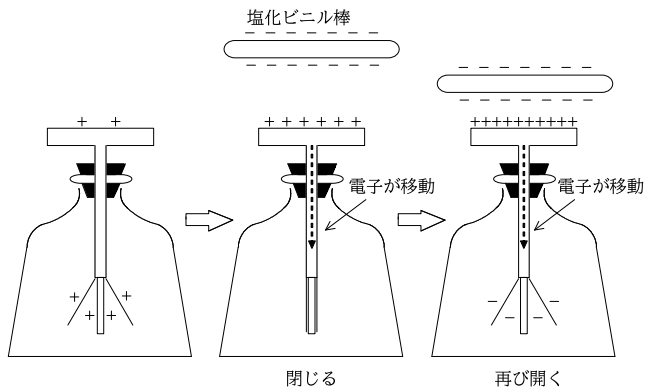
- (2) 負に帯電した塩化ビニル棒を近づけると、金属板の電子が反発力を受けて箔の方に移動する。箔検電器に $Q < 0$ の電荷が与えられているときは、箔の負電荷が増加するので開きが大きくなり、塩化ビニル棒が近づくと開きがさらに大きくなっていく。一方、金属板の電荷は電子が減少するに伴って負 \rightarrow 0 \rightarrow 正と変化する。

● 負に帯電しているとき



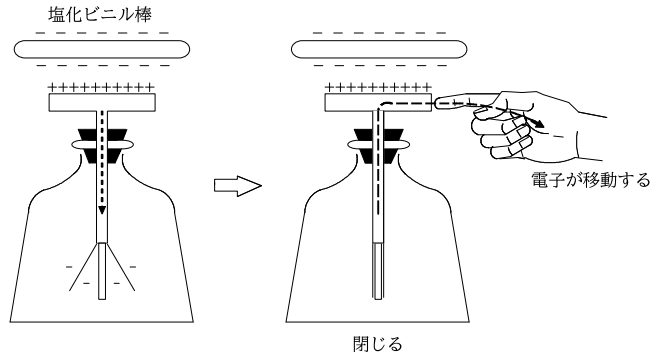
箔検電器に $Q > 0$ の電荷が与えてあるときは、箔の正電荷が電子の負電荷と打ち消し合うため開きが小さくなっていったん閉じる。さらに塩化ビニル棒が近づくと、箔は負に帯電して再び開く。一方、金属板の電荷は電子が減少するに伴って正電荷が増加していく。

● 正に帯電しているとき



以上より、正しいものは ①

(3) (2)より、箔は負に帯電している。この状態で金属板に指で触れると、箔の電子が手に移動するので、箔の開きは小さくなって閉じる。金属板の正電荷は塩化ビニル棒の負電荷と引き合っているので移動しない。



以上より、正しいものは ⑥