

14 力がはたらく運動

① 運動の調べ方

- (1) 運動の調べ方 速さと向きを調べれば、物体の運動のようすの変化がわかる。
- (2) 速さ 単位時間(1秒間や1時間などの基準とする時間)に物体が移動する距離。

$$\text{速さ [m/s]} = \frac{\text{移動距離 [m]}}{\text{移動するのにかった時間 [s]}}$$

単位 cm/s, km/hなど。★sはsecond, hはhourの略。

- ① 平均の速さ ある区間を一定の速さで移動したと仮定して、上の公式で求める速さ。
- ② 瞬間の速さ 平均をとる時間間隔をごく短くして求めた、瞬間ごとに変化する速さ。
- (3) 記録タイマー 50Hzの地域(東日本)では $\frac{1}{50}$ 秒、60Hzの地域(西日本)では $\frac{1}{60}$ 秒ごとに、テープに打点する装置。
- (4) 記録テープの調べ方(50Hzの地域の場合)

- ① 打点と時間 1打点は $\frac{1}{50}$ 秒の時間を表す。
時間[秒] = $\frac{1}{50}$ [秒] × 打点数 より、5打点は0.1秒。
- ② 打点間隔 $\frac{1}{50}$ 秒ごとの移動距離を表す。間隔が広いほど速さが大きく、狭いほど速さが小さいことを示す。
- ③ 0.1秒ごとの移動距離 5打点のテープの長さで表され、平均の速さを表す。

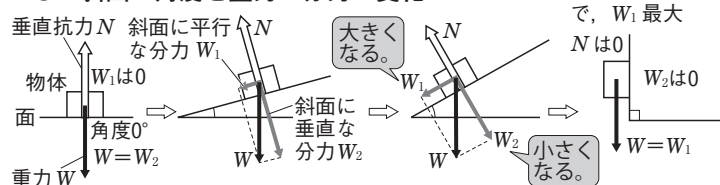
② 速さが大きくなる運動

- (1) 斜面上の物体にはたらく力 摩擦のない斜面上の物体には、重力と斜面からの垂直抗力がはたらく。

- ① 重力の分力 斜面上の物体の重力を、斜面に平行な分力と垂直な分力に分解すると、斜面に垂直な分力と垂直抗力がつり合うので、物体の運動に関係する力は、斜面に平行な分力だけである。

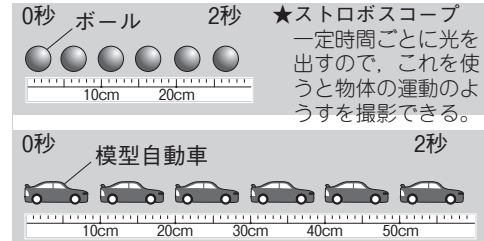
- ② 斜面の角度と重力の分力 斜面の角度が大きいくほど、重力の斜面に平行な分力は大きくなり、斜面に垂直な分力は小さくなる。

▼5 斜面の角度と重力の分力の変化



▼1 運動のようすと速さ

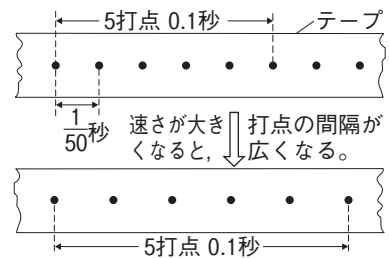
(0.4秒ごとに撮影したストロボ写真)



ボールの速さは、 $\frac{25[\text{cm}]}{2[\text{s}]} = 12.5[\text{cm/s}]$

模型自動車の速さは、 $\frac{50[\text{cm}]}{2[\text{s}]} = 25[\text{cm/s}]$

▼2 速さが一定のときの打点間隔



▼3 テープから速さを求める計算

例 0.1秒間の長さが3.0cmのとき

$$\frac{3.0[\text{cm}]}{0.1[\text{s}]} = 30[\text{cm/s}]$$

▼4 斜面上の物体にはたらく力

垂直抗力N (斜面が物体を垂直に押す力)

W₁とつり合う力がはたらくとき、物体は斜面上に静止する。(3力のつり合い)

斜面に平行な分力W₁

NとWの合力に等しい。

斜面の角度

長方形の対角線

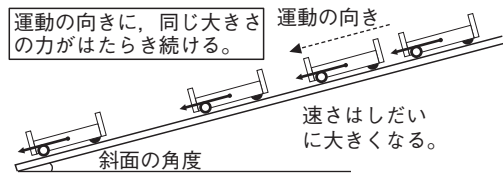
重力W

斜面に垂直な分力W₂

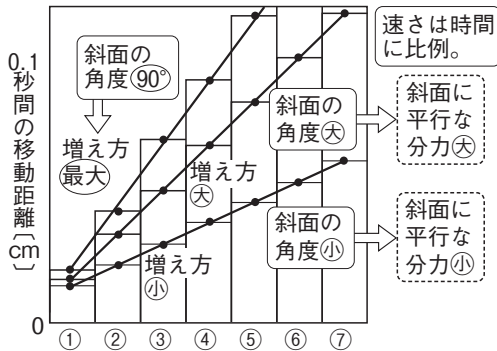
- (2) **速さが大きくなる運動と力** 物体に一定の向きに力がはたらき続けると、物体は力の向きに速さが大きくなる運動を行う。
- (3) **斜面を下る運動** 摩擦などがなければ、物体の速さはしだいに大きくなる。

- ①時間と速さの関係 速さは時間とともに、一定の割合で大きくなる。
- ②斜面の角度と速さの関係 斜面の角度が大きいほど、物体の重力の斜面に平行な分力が大きくなるので、速さの増え方も大きくなる。
- ・自由落下 斜面の角度が90°になって物体が真下に落下する運動。速さの増え方がもっとも大きい。

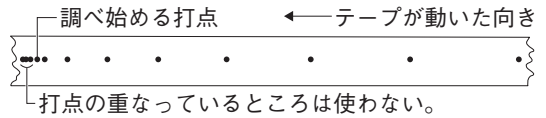
▼7 斜面を下る台車の運動



▼8 斜面の角度と速さの増え方

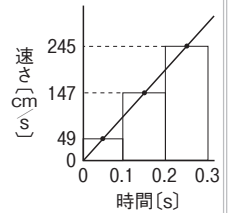


▼6 速さが大きくなる運動での打点間隔

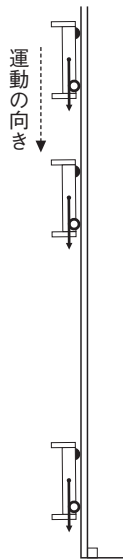


平均の速さと瞬間の速さ

速さが時間に比例するとき、ある区間の平均の速さは、その区間の中間の時点での瞬間の速さに等しい。

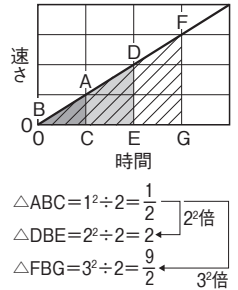


●斜面の角度が90°のとき

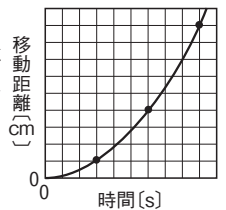


速さが時間に比例する運動での移動距離

移動距離は右図の斜線部分の面積で表され、速さ×時間÷2で求められる。



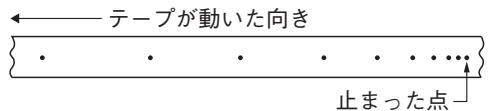
時間が2倍、3倍、...になると、速さは2倍、3倍、...となり、移動距離は4倍、9倍、...と時間の2乗に比例する。



③ 速さが小さくなる運動

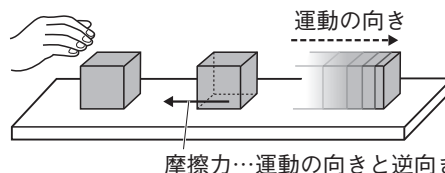
- (1) **速さが小さくなる運動と力** 物体に、運動の向きとは逆向きの力がはたらき続けると、速さがしだいに小さくなり、やがて静止する。
- (2) **摩擦のある水平面上の運動** 物体の速さはしだいに小さくなり、やがて静止する。
- (3) **斜面を上る運動** 物体の速さはしだいに小さくなり、一瞬静止したのち下り始める。

▼9 速さが小さくなる運動での打点間隔

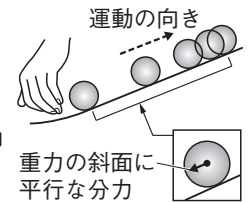


▼10 速さが小さくなる運動と力

●摩擦のある水平面上の運動



●斜面を上る運動




練習問題
基本演習

[運動の調べ方] □(1) 物体の運動のようすの変化は、その運動の何と何を調べればわかるか。

()と()

□(2) 右の式の〔 〕と()にあてはまる 速さ〔 $\frac{\text{移動するのにかかった時間[s]}}{\text{移動するのにかかった時間[s]}}$ 〕[m]
単位とことばは何か。

□(3) 100mを12.5秒で走る陸上選手の平均の速さは、何m/sか。()

□(4) 115kmを2時間30分で走る自動車の平均の速さは、何km/hか。()

□(5) 速さの単位の変換について述べた次の文の()にあてはまる数は何か。

速さ150cm/sは、1mが()cmであることから()m/s、1分が()秒、1時間が()分であることと、1kmが()mであることから()km/hである。

(6) 54km/hの速さを、次の単位に変換しなさい。

□① m/s () □② cm/s ()

□(7) 1050kmを1時間10分で飛ぶ飛行機の平均の速さは、何m/sか。()

□(8) ごく短い時間に移動した距離をもとに求めた速さで、自動車のスピードメーターが示すような速さのことを何というか。()

□(9) $\frac{1}{60}$ 秒ごとに打点する記録タイマーでは、6打点するのに何秒かかるか。()

□(10) テープの打点間隔が広がるほど、速さはどうなるか。()

□(11) $\frac{1}{50}$ 秒ごとに打点されたテープで、5打点の区間の長さが4.0cmのとき、その区間の平均の速さは何cm/sか。()

[速さが大きくなる運動] □(12) 速さがしだいに大きくなる運動をしている物体には、物体の運動の向きに対してどのような向きの力がはたらき続けているか。()

□(13) 斜面を下る台車の運動を記録タイマーで記録したテープの打点間隔は、台車が斜面を下るにしたがってどうなっているか。()

□(14) 斜面を下る台車にはたらき、台車を運動させるのは、台車にはたらく重力の、どのような分力か。()

□(15) 斜面の角度が大きいくほど、斜面上の台車にはたらく重力の斜面に平行な分力と、台車の速さの増え方はどうなるか。 重力の斜面に平行な分力()
速さの増え方()

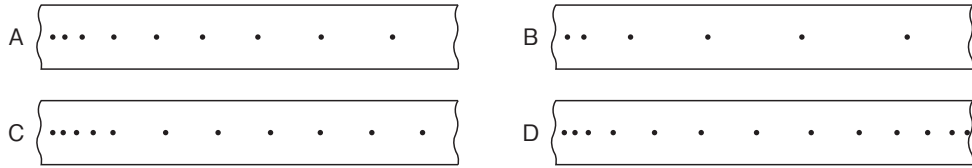
□(16) 斜面を下る台車の速さの増え方がもっとも大きくなるのは、斜面の角度が何度になったときか。()

[速さが小さくなる運動] □(17) 速さがしだいに小さくなる運動をしている物体には、物体の運動の向きに対してどのような向きの力がはたらき続けているか。()

□(18) 水平面上を運動する物体の速さがしだいに小さくなるとき、物体と水平面との間には何という力がはたらいているか。()

1 いろいろな運動とテープのようす 図のA～Dは、物体のいろいろな運動を記録タイマーで記録したテープのようすである。あとの問いに答えなさい。

←テープの動いた向き



- (1) 速さが次のようになる運動を記録したテープはどれか。図のA～Dからそれぞれすべて選び、記号で答えなさい。
- ① 速さがしだいに大きくなる運動。
 - ② 速さがしだいに大きくなり、途中からとちゅう小さくなる運動。
 - ③ 速さがしだいに大きくなり、途中から一定になる運動。
- (2) 物体が次の運動をしたときに記録したテープはどれか。図のA～Dからそれぞれ選び、記号で答えなさい。
- ① ゆるやかな斜面を下る物体の運動。
 - ② 急な斜面を下る物体の運動。
 - ③ 軽く押し出されてゆるやかな斜面を上る物体の運動。

1の答え

- (1) ①

 ②

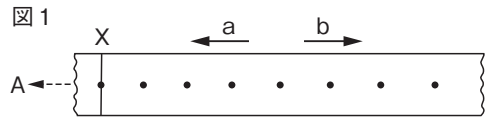
 ③

 (2) ①

 ②

 ③

2 テープの調べ方 図1は、ある物体の運動を1秒間に60回打点する記録タイマーで記録したテープの一部である。次の問いに答えなさい。



- (1) 図1で、テープをとりつけた物体は、Aの方向にある。テープが動いた向きは、a、bのどちらか。記号で答えなさい。
- (2) 1打点は何秒間を表すか。
- (3) このテープを0.1秒間ごとに切るために線を引いていった。Xの次の線Yはどこに引けばよいか。図1に線Yをかき入れなさい。
- (4) (3)のXY間の長さが3.7cmであったとすると、この区間の台車の平均の速さは何cm/sか。

2の答え

- (1)

 (2)

 (3) 図1にかく。

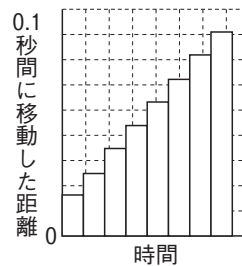
 (4)

 (5) ①

 ②

(5) 図2は、この物体の運動を記録したテープを、0.1秒間に移動した距離ごとに切り、方眼紙に左から順にはりつけたものである。ただし、打点は省略してある。

図2



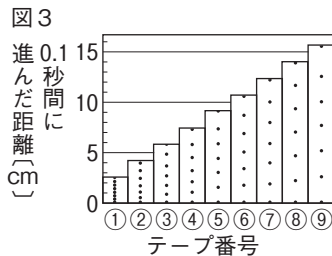
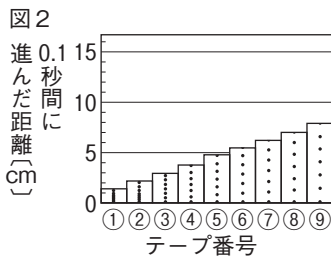
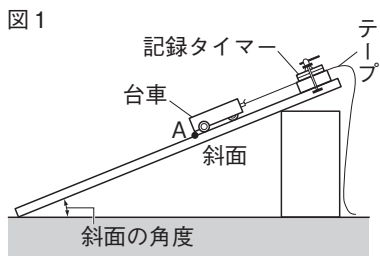
- ① このとき、記録したテープの最初の打点が重なっている部分は使うか、使わないか。
- ② 図2から、この物体の速さはしだいにどうなっていることがわかるか。簡単に答えなさい。

3章 運動とエネルギー

3 斜面上の物体にはたらく力と運動 次のような実験を行った。あとの問いに答えなさい。

〔実験1〕 図1のように、記録テープをつないだ台車を斜面上のA点に置き、静かに手をはなしたときの運動を、1秒間に60回打点する記録タイマーでテープに記録した。図2は、このとき得られたテープを6打点ごとに切りはなし、台紙にはりつけたものである。

〔実験2〕 斜面の角度を大きくして、実験1と同様の実験を行った。図3は、このとき得られたテープを6打点ごとに切りはなし、台紙にはりつけたものである。



- 図3で、⑨の区間での台車の平均の速さは、②の区間での平均の速さのおよそ何倍か。整数で答えなさい。
- 台車が斜面を下る間、台車の重力の斜面に平行な分力の大きさはどうなっているか。また、このときの台車の速さは、時間とともにどのように変化するか。それぞれ簡単に答えなさい。
- 実験2で、A点に置いた台車の重力の斜面に平行な分力の大きさは、実験1のときと比べてどうなるか。簡単に答えなさい。
- 斜面の角度が大きくなると、速さの変わり方はどうなるか。簡単に答えなさい。
- 斜面を下る台車の速さの変わり方がもっとも大きくなるのは、斜面の角度をどのようにしたときか。簡単に答えなさい。

3の答え

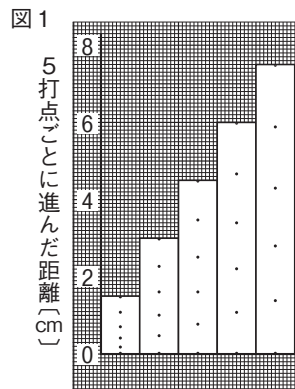
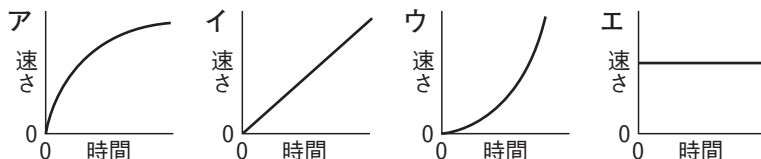
-
- 力
.....
速さ
.....
-
-
-

4 斜面を下る台車の運動 斜面を下る物体の運動について調べるため、次のような実験を行った。あとの問いに答えなさい。

〔実験1〕 台車を斜面上に置いて静かに手をはなし、その運動を1秒間に50回点を打つ記録タイマーでテープに記録した。図1は、得られたテープの一部を5打点ごとに切り、1目盛りが1mmの方眼紙に順にはったものである。

〔実験2〕 斜面の傾きを変え、実験1と同様の実験を行った。

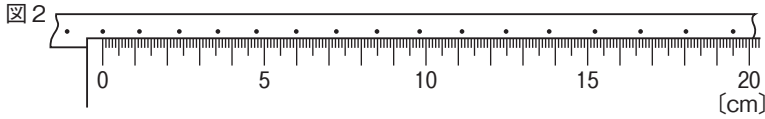
- 台車が斜面を下る間の、時間と台車の速さの関係をグラフに表すとどうなるか。次のア～エから選び、記号で答えなさい。



4の答え

-

(2) 図2は、実験2で得られたテープの一部にものさしをあてたものである。



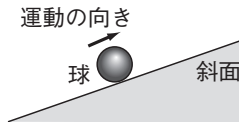
- ① 実験2のときの斜面の傾きの大きさは、実験1と比べてどうであったと考えられるか。簡単に答えなさい。
- ② ①のように考えた理由を、簡単に答えなさい。

(2)①

②

.....

5 斜面を上る球の運動 球を斜面上に置き、斜面の上へ向けて手で押しはなした。図は、手をはなれた球が斜面を上っているときのようすを示したものである。次の問いに答えなさい。



- (1) 球が斜面を上る間、球の速さはどうなるか。簡単に答えなさい。
- (2) 球の速さが(1)のようになるのはなぜか。球にはたらく力の向きに関連づけて、簡単に答えなさい。

5の答え

(1)

(2)

.....

重点演習

6 平均の速さ ~一定時間ごとの移動距離が示されているとき~

問 図1で、A、Bの2区間における平均の速さは何cm/sか。

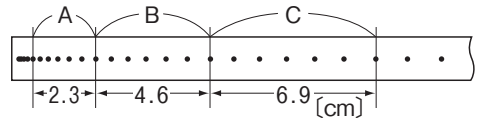
解 A、Bの2区間の距離は(2.3+4.6)cm、時間は(0.1+0.1)sだから、平均の速さは、

$$\frac{(2.3+4.6) \text{ [cm]}}{(0.1+0.1) \text{ [s]}} = 34.5 \text{ [cm/s]}$$

これは、A区間の平均の速さとB区間の平均の速さの平均に等しい。

$$\left(\frac{2.3}{0.1} + \frac{4.6}{0.1} \right) \div 2 = 34.5 \text{ [cm/s]}$$

図1 $\frac{1}{60}$ 秒ごとに打点したテープ

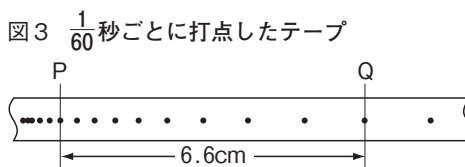


- 複数区間の平均の速さは、距離と時間のそれぞれについて、その複数区間の和から求める。
- $\frac{\text{距離の合計}}{\text{時間の合計}}$ で求めた平均の速さは、各区間の平均の速さの平均に等しい。

(1) 図1で、A~Cの3区間における平均の速さは何cm/sか。
()

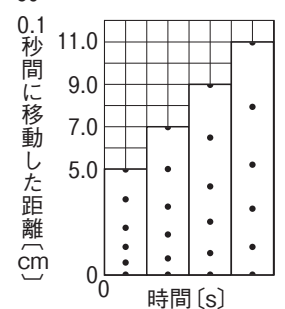
(2) 図2で、最初の打点を記録し始めてから0.3秒間の平均の速さは何cm/sか。
()

(3) 図3で、打点P Q間における平均の速さは何cm/sか。



()

図2 $\frac{1}{50}$ 秒ごとに打点したテープ



7 平均の速さ ～ある基準点からの移動距離と時間が示されているとき～

問 表で、物体をはなして0.1秒後から0.3秒後までの平均の速さは何cm/sか。

解 移動距離は(9-1)cm、時間は(0.3-0.1)sだから、
平均の速さは、 $\frac{(9-1)[\text{cm}]}{(0.3-0.1)[\text{s}]} = 40[\text{cm/s}]$

物体を斜面上ではなしたとき

物体をはなしてから の時間[s]	0	0.1	0.2	0.3	0.4
物体の移動距離[cm]	0	1	4	9	16

●距離と時間のそれぞれについて、2点間の差を求める。

(1) 表で、物体をはなしてから0.1秒後から0.4秒後までの平均の速さは何cm/sか。

()

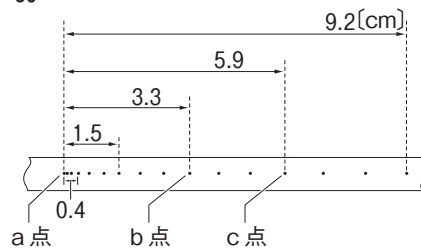
(2) 図で、a点とb点の間の平均の速さは何cm/sか。

()

(3) 図で、b点とc点の間の平均の速さは何cm/sか。

()

1/60秒ごとに打点したテープ



8 速さのふえ方

問 (1) 図1で、区間Dのテープの長さは、区間Cのテープの長さに比べて何cm長くなっているか。

(2) 図1で、区間Dの平均の速さは、区間Cの平均の速さに比べて何cm/s増えているか。

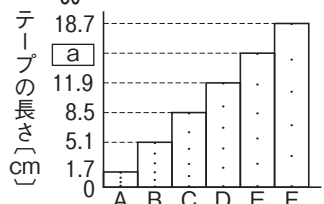
(3) 図1で、aにあてはまる数は何か。

解 (1) $11.9 - 8.5 = 3.4[\text{cm}]$

(2) $\frac{11.9}{0.1} - \frac{8.5}{0.1} = 34[\text{cm/s}]$ この数値は、テープの長さが長くなった(1)の数値の10倍になっている。

(3) $5.1 - 1.7 = 8.5 - 5.1 = 11.9 - 8.5 = 3.4[\text{cm}]$ より、0.1秒ごとのテープの長さは3.4cmずつ長くなっているから、区間Eのテープの長さは、 $11.9 + 3.4 = 15.3[\text{cm}]$ または、 $18.7 - 3.4 = 15.3[\text{cm}]$

図1 1/50秒ごとに打点したテープ



●速さの増え方が一定のとき、0.1秒ごとのテープの長さは、一定の長さずつ長くなる。つまり、0.1秒間の平均の速さは、0.1秒ごとに一定の大きさずつ大きくなる。このとき、0.1秒間に増える速さの数値は、テープの長さが長くなる数値の10倍になっている。

(1) 図2で、テープの長さは6打点ごとに何cmずつ長くなっているか。()

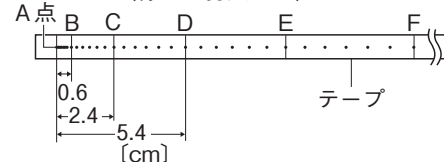
(2) 図2で、CD間の平均の速さは、BC間の平均の速さに比べて何cm/s増えているか。

()

(3) 図2で、A点を打点してから0.4秒間に移動した距離は何cmか。()

(4) 図2で、A点を打点してから0.5秒間に移動した距離は何cmか。()

図2 1/60秒ごとに打点したテープ (線は6打点ごと)



●速さの増え方が一定のとき、
全移動距離 = 直前の区間までの移動距離 + (直前の区間の移動距離 + 単位時間に増える移動距離の大きさ)

探究問題

❶ 図1のように、台車が斜面を下り始めてからスポンジにぶつかるまでの運動を、1秒間に60打点する記録タイマーでテープに記録し、このテープを6打点ごとに切り、番号をつけて各テープの長さをはかった。表は、斜面の角度が15°のときの結果で、図2は、このときのテープを番号順に並べたものである。

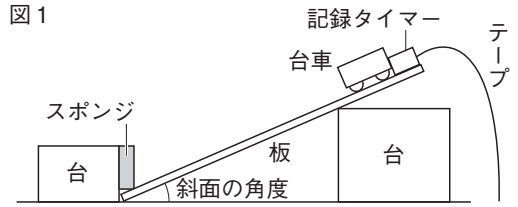
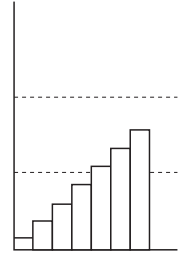
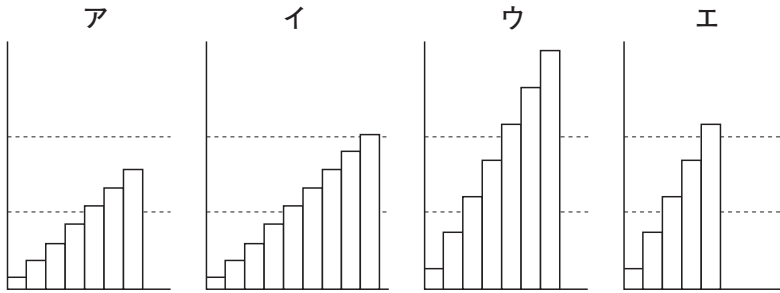


図1 図2

テープの番号	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
テープの長さ [cm]	1.2	3.6	6.0	8.4	10.8	13.2	15.6



斜面の角度を30°に変えて同じ実験を行い、テープを番号順に並べるとどうなるか。次のア～エから選び、記号で答えなさい。(富山)

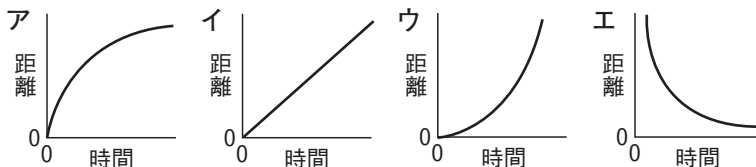
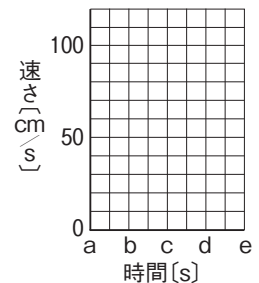


❷の答え

❷ 斜面を下る台車の運動を、1秒間に60回打点する記録タイマーでテープに記録した。得られたテープで、適当な打点Aから6打点ごとにB～Fの記号をつけ、各区間の長さをはかると、表のような結果になった。次の問いに答えなさい。(石川・改)

テープ区間	AB	BC	CD	DE	EF
長さ [cm]	3.0	5.0	7.0	9.0	11.0

- 斜面を台車が下っていくとき、打点Aを打ってからの時間と台車の速さとの関係を、図にグラフで表しなさい。ただし、グラフの横軸の目盛りa～eは、それぞれ打点A～Eを記録タイマーが打点したときの時間である。
- 台車が動き始めてからの時間と進んだ距離との関係を、グラフで表すとどうなるか。次のア～エから選び、記号で答えなさい。



❸の答え

(1)	図にかく。
(2)	

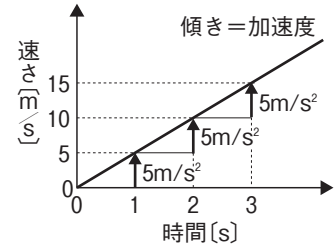
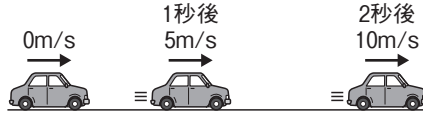
高校へのアクセス⑥

A 加速度と等加速度直線運動

- (1) **加速度** 物体の単位時間あたりの速さの変化を加速度という。単位は m/s^2 (メートル毎秒毎秒)である。物体の加速度 a [m/s^2]は、時刻 t_1 [s]での速さを v_1 [m/s]、時刻 t_2 [s]での速さを v_2 [m/s]、とすると、

$$a = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$$

となる。



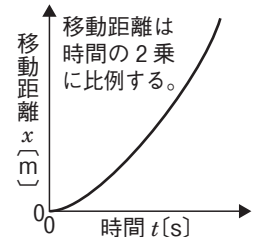
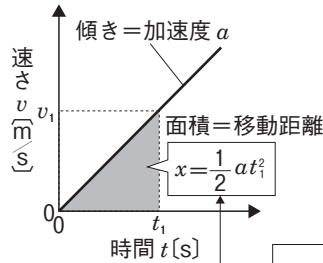
★物体の進行方向の加速度は加速し、進行と逆方向の加速度は減速する。

- (2) **等加速度直線運動** 物体が一直線上を一定の加速度で進む運動を等加速度直線運動という。物体の加速度を a [m/s^2]とすると、 t [s]後の速さ v [m/s]と移動距離 x [m]は、

$$v = at$$

$$x = \frac{1}{2} at^2$$

と表される。



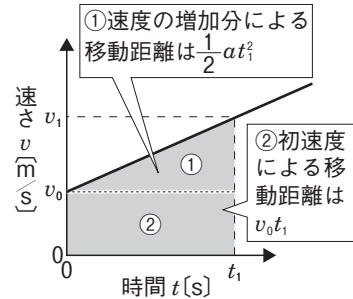
$$x = \frac{1}{2} v_1 t_1 = \frac{1}{2} (a t_1) \times t_1 = \frac{1}{2} a t_1^2$$

- (3) **初速度** 運動している物体のある時刻に着目したとき、その時刻を $t=0$ として、そのときの物体の速さを初速度という。物体の加速度を a [m/s^2]、初速度を v_0 [m/s]とすると、 t [s]後の速さ v [m/s]と移動距離 x [m]は、

$$v = v_0 + at$$

$$x = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$$

と表される。



B 重力加速度と落下運動

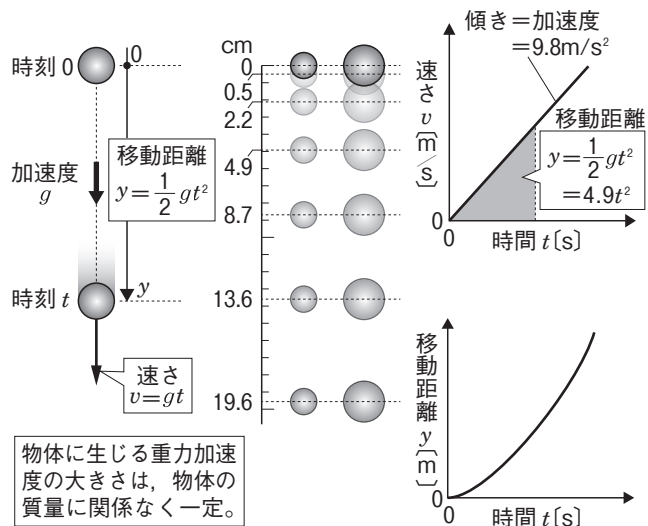
- (1) **重力加速度** 鉛直に落下している物体と空気との抵抗が無視できるとき、物体は重力だけを受けて一定の加速度で自由落下する。この加速度を重力加速度といい、 g [m/s^2] ($=9.8m/s^2$)で表される。

- (2) **自由落下** 自由落下している物体の、落下をはじめてから t [s]後の速さ v [m/s]と移動距離 y [m]は

$$v = gt$$

$$y = \frac{1}{2} gt^2$$

と表される。

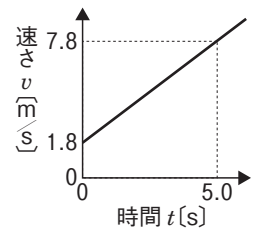


トレーニング問題

A-1 等加速度直線運動をする物体について、次の問いに答えなさい。

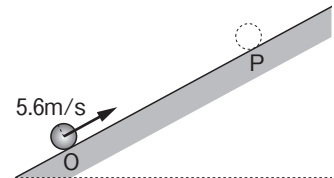
- (1) 動き始めた物体の速さが4.0秒後に10m/sになった。この物体の加速度は何 m/s^2 か。
- (2) 20m/sの速さで進む物体が、5.0秒後に40m/sの速さになった。この物体の加速度は何 m/s^2 か。
- (3) 静止していた物体が $0.70m/s^2$ の加速度で運動すると、8.0秒後の速さは何m/sになるか。
- (4) 静止していた物体が $5.0m/s^2$ の加速度で2.0秒間進んだときの移動距離は何mか。
- (5) 加速度 $2.4m/s^2$ で運動している物体の速さが6.0m/sから12m/sになるのにかかる時間は何秒か。

A-2 一直線上を一定の加速度で運動する物体があり、点Pを通過したときの時刻を0秒とした。図は、その物体の速さ $v[m/s]$ と時間 $t[s]$ の関係を表したグラフである。次の問いに答えなさい。



- (1) 点Pでの物体の初速度は何m/sか。
- (2) 物体の加速度は何 m/s^2 か。
- (3) 点Pを通過してから4.0秒後の物体の速さは何m/sか。
- (4) 点Pを通過してから5.0秒後の物体の移動距離は何mか。

A-3 摩擦のない斜面上の点Oから、初速度 $5.6m/s$ で小球を斜面に沿って上向きに転がした。小球は3.5秒後に斜面上の点Pまで上ったあと、点Pから斜面を下り始めて点Oを通過し、そのまま下降を続けた。次の問いに答えなさい。ただし、小球は等加速度直線運動をしたものとする。



- (1) 小球は、斜面を上っている間、何 m/s^2 で減速しているか。
- (2) O P間の距離は何mか。
- (3) 小球が再び点Oに戻ってくるまでにかかった時間は何秒か。
- (4) 点Oで上向きに転がした小球が、下ってきて $7.2m/s$ の速さで点Qを通過した。
 - ① 点Oから上向きに転がしてから何秒後に点Qを通過するか。
 - ② 点Qは、点Oから何m斜面を下った位置にあるか。

B-1 小球を自由落下させた。次の問いに答えなさい。ただし、空気抵抗は無視することができ、重力加速度の大きさを $9.80m/s^2$ とする。

- (1) ある高さからはなした小球が4.00秒後に地面に到達した。小球が地面に到達する直前の速さは何m/sか。また、小球をはなした高さは地面から何mか。
- (2) ある高さからはなした小球の2.00秒後の速さは何m/sか。また、落下した距離は何mか。
- (3) 44.1mの高さから小球をはなしたとき、地面に着く直前の速さは何m/sか。

8 物質のつくり

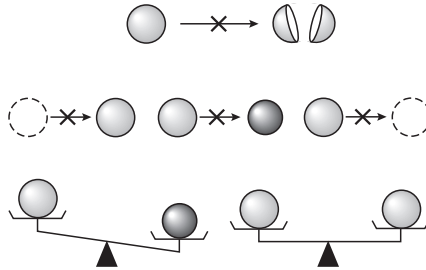
2章 化学変化と原子・分子

① 原子

(1) **原子** 物質をつくるもととなる最小の粒子。物質は、原子以上に分けることができない。原子の大きさや質量は種類によって異なり、現在、118種類が発見されている。すべての物質は原子からできている。

(2) **化学変化における原子の性質**

- ① それ以上分けられない。
- ② 新しくできたり、ほかの原子に変わったり、なくなったりしない。
- ③ 種類によって大きさや質量が決まっている。



★ドルトンの原子説
ドルトン(イギリス)が唱えた、「物質はそれ以上分割できない小さな粒子(原子)からできている」という説。

発見 原子の構造 原子核とそのまわりを回る一の電気を帯びた電子からできている。

原子核 (水素原子) 電子

(3) **周期表** 原子を原子番号の順に並べた表。縦の列には性質の似た原子が並んでいる。

○原子量 原子の質量は非常に小さいので、実際の数値ではなく、各原子の質量の比で表す。炭素原子1個の質量を12とする。

▼1 周期表の読み方

原子番号…26 **Fe**…原子の記号
原子量…56
鉄…原子の名前

▼2 原子の種類と原子量・記号

原子の種類	原子量	記号	原子の種類	原子量	記号	原子の種類	原子量	記号
水素	1	H	塩素	35	Cl	カルシウム	40	Ca
炭素	12	C	カリウム	39	K	鉄	56	Fe
酸素	16	O	アルミニウム	27	Al	銅	64	Cu
窒素	14	N	ナトリウム	23	Na	銀	108	Ag
硫黄	32	S	マグネシウム	24	Mg	亜鉛	65	Zn

□…非金属 ■…金属

② 分子

(1) **分子** 原子が結びついてできた粒子。物質の性質を表す最小の単位である。

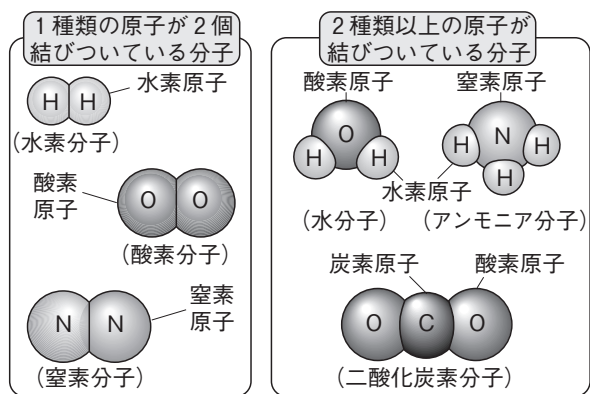
(2) **分子の種類** 1種類の原子だけからできている分子と2種類以上の原子からできている分子がある。

★アボガドロ アボガドロ(イタリア)は、「水素や酸素などの気体の物質は原子が単独で存在しているのではなく、いくつかの原子が結びついた粒子が1つの単位になっている」と発表した。

(3) **状態変化・化学変化と分子**

- ① 状態変化と分子 物質の状態変化では、分子の集まり方が変化するだけで、分子そのものは変化しないため、物質の性質は変わらない。
- ② 化学変化と分子 化学変化では、分子をつくっている原子が結びつく相手をかえ、原子の組み合わせが変わるため、別の物質ができる。

▼3 いろいろな分子のモデル



★状態変化と分子運動 温度が低いときは、分子どうしの引き合う力により分子どうしの距離が近い。温度が高いときは、分子の運動が激しくなり、分子どうしの距離がはなれる。

③ 化学式

- (1) 化学式 物質を、原子の記号と数字を使って表した式。
- (2) 分子をつくる物質の化学式の表し方

①分子をつくっている原子の種類を原子の記号で表し、
原子の数を右下に小さい数字で書く。
②原子が1個のときは、右下の数字の1は省略する。

- (3) 分子をつくらない物質の化学式の表し方

①1種類の原子が集まってできている物質は、その原子の記号で表す。
②2種類以上の原子が結びついてできている物質は、それぞれの原子の数の比を、原子の記号の右下に小さい数字で書くが、数字の1は省略する。

④ 単体と化合物

- (1) 単体 1種類の原子だけからできている物質。単体は、それ以上分解することができない。





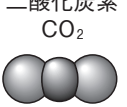
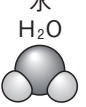
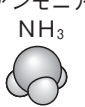

- (2) 化合物 2種類以上の原子が結びついてできている物質。化合物は、2種類以上の別の物質に分解することができる。

○化合物は2種類以上の原子からできているが、それぞれの原子の性質は示さない。化合物は、どの原子とも異なる特有の性質をもつ純粋な物質(純物質)である。

- (3) 化学式と単体・化合物 化学式から、次のことがわかる。

- ①物質をつくっている原子の種類とその数の比を知ることができる。
- ②単体か化合物かを区別することができる。

▼6 物質のつくりと種類

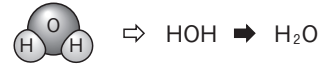
	分子をつくる物質	分子をつくらない物質
単体	窒素 N ₂  酸素 O ₂  水素 H ₂ 	銀 Ag  鉄 Fe カルシウム Ca ナトリウム Na
化合物	二酸化炭素 CO ₂  水 H ₂ O  アンモニア NH ₃ 	塩化ナトリウム NaCl  酸化銅 CuO 酸化銀 Ag ₂ O 硫化鉄 FeS <small>りゅうかてつ</small>

▼4 化学式の表し方

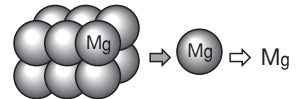
水素分子



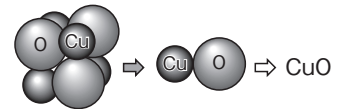
水分子



マグネシウム

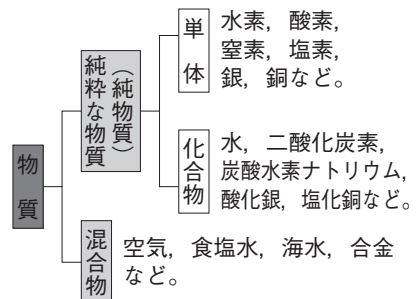


酸化銅



⇨モデルを原子の記号に置きかえる。
⇨同じ種類の原子をまとめ、個数を右下に書く。
⇨含まれている原子1組で代表させる。

▼5 物質の種類



★いろいろな化合物の化学式

- ・塩化水素 HCl
- ・硫酸 H₂SO₄
- ・塩化銅 CuCl₂
- ・炭酸水素ナトリウム NaHCO₃
- ・炭酸ナトリウム Na₂CO₃
- ・炭酸アンモニウム (NH₄)₂CO₃
- ・炭酸カルシウム CaCO₃

練習問題

基本演習

- [原子] □(1) 物質をつくるもととなっている最小の粒子を何というか。 ()
 □(2) 原子は、種類によって大きさと何が決まっているか。 ()
 □(3) 鉄などから金をつくろうとする錬金術が成功しないのは、次のどれともっとも関係があるか。 ()

- ア 原子はそれ以上分割できない。
 イ 化学変化では、原子はなくなるらない。
 ウ 化学変化では、原子はほかの原子に変わらない。

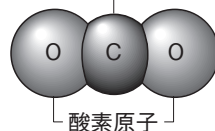
- [分子] □(4) 物質の性質を表す最小の単位を何というか。 ()
 □(5) 化学変化でそれ以上分けられないのは、原子と分子のどちらか。 ()
 □(6) 次の文の空欄にあてはまることばは何か。

物質が状態変化するとき、分子の()は変化するが、分子そのものは変化しないので、物質の性質は()。

- (7) 化学変化では、分子をつくっている原子の何が変わるか。 ()

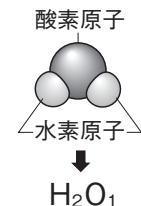
- (8) 図1は、何の分子をモデルで表したものか。 ()

図1 炭素原子



- [化学式] □(9) 原子の記号と数字を使って物質を表した式を何というか。 ()
 □(10) 図2のように、物質のモデルを式に表した。正しい式に表すとどうなるか。 ()

図2



- (11) 金属は、分子をつくるか。 ()
 □(12) 酸素は、分子をつくるか。 ()
 □(13) 次の文の空欄にあてはまることばは何か。

化学式から、物質をつくっている原子の()とその()の比を知ることができる。

- [単体と化合物] □(14) 1種類の原子だけからできていて、それ以上、別の物質に分解できない物質のことを何というか。 ()

- (15) 2種類以上の物質に分解できる物質のことを何というか。 ()
 □(16) 化合物は、純粋な物質(純物質)か、混合物か。 ()
 □(17) 分子をつくる物質は、すべて化合物であるといえるか。 ()
 □(18) 化合物は、すべて分子をつくるといえるか。 ()
 □(19) 次の物質は単体、化合物、混合物のどれか。

二酸化炭素() 水素() 空気()

- (20) H₂Oは、分子をつくる化合物か、分子をつくらぬ化合物か。 ()

1 原子の記号

原子，および原子の記号について，次の問いに答えなさい。

(1) 次の原子の記号を()の中を書きなさい。

- ① 水素 () ② 炭素 ()
 ③ アルミニウム () ④ ナトリウム ()
 ⑤ 鉄 () ⑥ 硫黄 ()

(2) 次の原子の記号が表す原子名を[]の中を書きなさい。

- ① Ag [] ② Ca []
 ③ O [] ④ Cu []
 ⑤ N [] ⑥ Cl []
 ⑦ Mg [] ⑧ Zn []

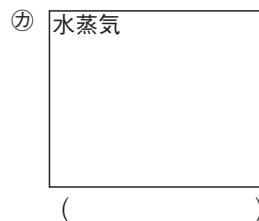
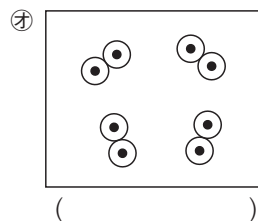
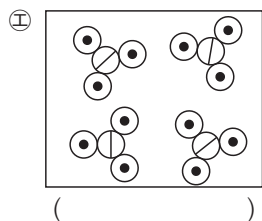
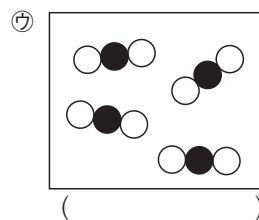
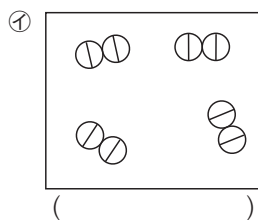
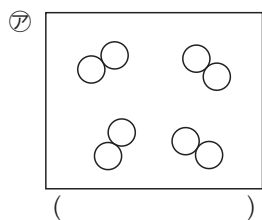
1の答え

(1)()の中を書く。

(2)[]の中を書く。

2 いろいろな分子のモデル

図は，いろいろな種類の分子を原子のモデルで表したもので，[]の中は，それぞれのモデルが何を表すかを示している。あとの問いに答えなさい。



[○…酸素原子 ●…水素原子 ⊖…窒素原子 ●…炭素原子]

(1) 「気体の物質は，原子が単独で存在しているのではなく，いくつかの原子が結びついた粒子が1つの単位になっている」という考えを発表したイタリアの科学者はだれか。

(2) ㉗～㉛の分子の化学式を，図の()の中を書きなさい。

(3) アンモニアを表しているモデルはどれか。㉗～㉛から選び，記号で答えなさい。

(4) ㉜の[]には水蒸気のモデルが入る。

① 水蒸気を表す化学式を，㉜の()の中を書きなさい。

② 水蒸気を表すモデルを，㉗～㉛にならって，㉜の[]に1つかきなさい。

(5) 単体，化合物であるものはそれぞれどれか。㉗～㉜からすべて選び，記号で答えなさい。

2の答え

(1)

(2)()の中を書く。

(3)

(4)①()の中を書く。

② []の中にかく。

(5)単体

化合物

3 状態変化と化学変化 図1, 2は, 水が関係する状態変化(氷, 液体の水, 水蒸気)と化学変化を, 原子のモデルでそれぞれ表したものである。あとの問いに答えなさい。

図1 水

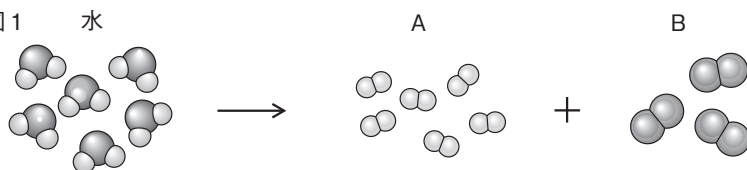
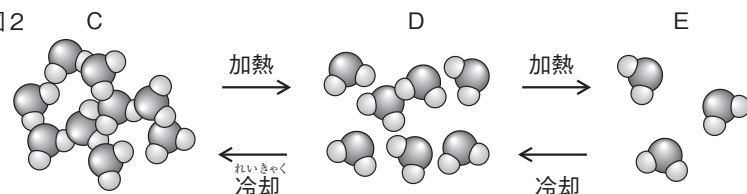


図2

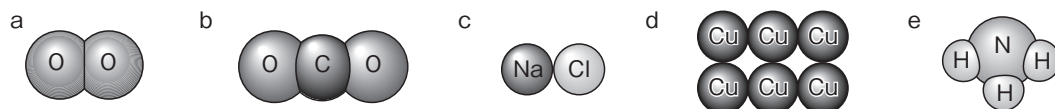


- (1) 状態変化での水の様子を表したものは, 図1, 2のどちらか。番号で答えなさい。
- (2) 水蒸気を表しているモデルはどれか。A~Eから選び, 記号で答えなさい。
- (3) 図1のA, Bは, それぞれ何という物質の分子を表しているか。
- (4) 一般的な物質の状態変化の場合, 一定体積あたりの分子数もっとも多いのは, 固体・液体・気体のどの状態か。
- (5) 化学変化は, もとの物質の分子がどのようなになる変化であるといえるか。「原子」ということばを用いて簡単に答えなさい。

3の答え

- (1)
- (2)
- (3) A
- B
- (4)
- (5)
-

4 物質のつくりと原子 図のa~eは, 5種類の物質を原子のモデルで表したものである。あとの問いに答えなさい。



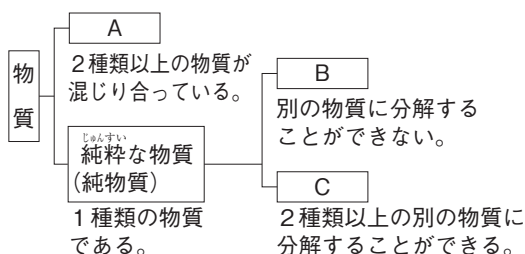
- (1) 原子の性質として誤っているものはどれか。次のア~エから選び, 記号で答えなさい。
 ア 原子はなくなったり, 新しくできたりしない。
 イ 原子は, 種類によって, 大きさと質量が決まっている。
 ウ 原子は, 化学変化でほかの種類の原子に変わることがある。
 エ 原子は, 化学変化でそれ以上分けられない。
- (2) 2種類の原子が1:1の数の比で結びついている物質はどれか。図のa~eから選び, 記号で答えなさい。
- (3) 単体であるものはどれか。図のa~eからすべて選び, 記号で答えなさい。

4の答え

- (1)
- (2)
- (3)

5 物質の分類 []の中の物質を、図のA～Cの3種類に分類した。あとの問いに答えなさい。

〔 水, 塩化ナトリウム, 酸素, 銅, 水素, 酸化銀, 炭酸水素ナトリウム, 二酸化炭素, 空気, アンモニア, 窒素, 炭酸ナトリウム 〕



(1) Aにあてはまる物質は、一般に何とよばれるか。次のア～ウから選び、記号で答えなさい。

ア 単体 イ 化合物 ウ 混合物

(2) Bに分類される物質を[]の中からすべて選び、化学式で書きなさい。

(3) Cに分類される[]の中の物質は、全部で何個あるか。

(4) 2種類の原子が1 : 1の数の比で結びついてできている物質はどれか。[]の中から選び、化学式で書きなさい。

5の答え

(1)

(2)

(3)

(4)

6 化学式と物質の種類 次の化学式について、あとの問いに答えなさい。

- | | | |
|---------------------|--------|----------|
| ① C | 物質名[] | 原子の種類() |
| ② Ca | 物質名[] | 原子の種類() |
| ③ MgO | 物質名[] | 原子の種類() |
| ④ NaCl | 物質名[] | 原子の種類() |
| ⑤ N ₂ | 物質名[] | 原子の種類() |
| ⑥ Ag ₂ O | 物質名[] | 原子の種類() |
| ⑦ CO ₂ | 物質名[] | 原子の種類() |
| ⑧ O ₂ | 物質名[] | 原子の種類() |
| ⑨ NH ₃ | 物質名[] | 原子の種類() |

(1) ①～⑨は、何という物質を表す化学式か。物質名をそれぞれの[]の中に書きなさい。

(2) ①～⑨の物質は、何種類の原子が結びついてできているか。それぞれの()の中に数字で書きなさい。

(3) 分子をつくらない単体はどれか。①～⑨からすべて選び、番号で答えなさい。

(4) 分子をつくる単体はどれか。①～⑨からすべて選び、番号で答えなさい。

(5) 分子をつくる化合物はどれか。①～⑨からすべて選び、番号で答えなさい。

(6) 金属の原子を含む化合物はどれか。①～⑨からすべて選び、番号で答えなさい。

6の答え

(1) []の中を書く。

(2) ()の中を書く。

(3)

(4)

(5)

(6)

高校へのアクセス⑦

F 原子量と分子量

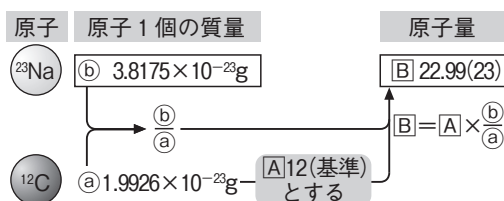
(1) **原子量** 原子1個の質量は、約 $\frac{1}{10^{24}} \sim \frac{1}{10^{22}} \text{g}$ と非常に小さく、そのままの値では扱いにくい。そこで、質量数12の炭素原子 ^{12}C の質量を「12」と定め、これを基準として各元素の質量を表した値を原子量という。

例 H = 1, C = 12, N = 14, O = 16, Na = 23

Mg = 24, Al = 27, S = 32, Cl = 35.5

(2) **分子量** 分子に含まれる元素の原子量の総和で表される、分子の質量。

H_2O の分子量 = (Hの原子量) × 2 + (Oの原子量) × 1 = $1 \times 2 + 16 \times 1 = 18$



★元素 物質を構成している原子の種類。

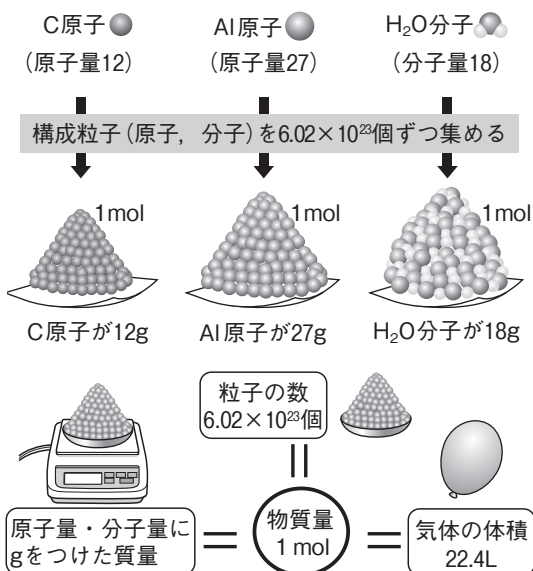
G 物質量

(1) **アボガドロ数と物質量** 原子や分子などの粒子1つずつはとても小さく、軽い。身のまわりの物質に含まれる粒子数は非常に多いため、多数の粒子を一定数まとめてとり扱うと便利である。そこで、化学では mol(モル) という単位を定め、これを物質量とよぶ。1 mol の集団の中には粒子が 6.02×10^{23} 個含まれ、この個数をアボガドロ数という。12個のかたまりを1ダースとする考え方と同じである。

粒子 1 mol 鉛筆 1 ダース	2 mol 2 ダース	3 mol 3 ダース
粒子粒 6.02×10^{23} 個 本数12本	$2 \times (6.02 \times 10^{23})$ 個 2×12 本	$3 \times (6.02 \times 10^{23})$ 個 3×12 本

(2) **物質量と質量** アボガドロ数 6.02×10^{23} は、質量数12の炭素原子 ^{12}C を12g集めたときに含まれる原子数である。分子量18の H_2O 分子は、 ^{12}C に比べて1.5倍重い粒子であるため、 6.02×10^{23} 個 (1 mol) 集めたときもこの比は維持され18gとなる。すなわち、各粒子1 molあたりの質量は、原子量・分子量にgをつけた値となる。

(3) **物質量と気体の体積** 0℃, 1気圧(標準状態という)のもとで、気体1 molの体積はその種類によらず22.4Lを占めることがわかっている。これは、空気のような混合気体にもあてはまる。



トレーニング問題

原子量

H=1, C=12, N=14, O=16, Na=23, S=32, Cl=35.5
Ca=40, Fe=56, Cu=64, Ag=108, Ba=137

アボガドロ数

6.0×10^{23}

F-1 次の原子の原子量を求めなさい。ただし、炭素原子 ^{12}C の質量は $2.0 \times 10^{-23}\text{g}$ であり、原子量はこの質量を 12 として求めた値である。また、原子 X もアルミニウムも自然界に異なる質量の原子は存在しないものとする。

- (1) 原子 1 個の質量が ^{12}C 原子の 5.3 倍である原子 X の原子量はいくつか。
 (2) 原子 1 個の質量が $4.5 \times 10^{-23}\text{g}$ のアルミニウムの原子量はいくつか。

F-2 次の物質の分子量を求めなさい。

- (1) N_2 (2) HCl (3) CO_2 (4) H_2O (5) NH_3
 (6) H_2SO_4 (7) $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ (8) CH_3COOH (9) $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$

G-1 次の問いに答えなさい。

- (1) 酸素分子 0.25 mol の質量は何 g か。
 (2) 二酸化炭素 1.5 mol の標準状態 (0°C , 1 気圧) での体積は何 L か。
 (3) 硫黄原子 3.0×10^{22} 個は何 mol か。
 (4) 標準状態で 50.4L の水素は何 mol か。
 (5) 一酸化窒素 NO 11.4g は何 mol か。

G-2 次の表の空欄①～⑨にあてはまる化学式、または数値を答えなさい。

物質	化学式	物質質量 [mol]	質量 [g]	粒子数 [個]	標準状態での体積 [L]
酸素	①	0.50	②	③	④
過酸化水素	H_2O_2	⑤	13.6	⑥	—
硫化水素	H_2S	⑦	⑧	⑨	56

G-3 次の問いに答えなさい。

- (1) 8.0g のメタン CH_4 の物質質量は何 mol か。また、標準状態での体積は何 L か。
 (2) 標準状態で 78.4L のアンモニアの質量は何 g か。また、78.4L 中に含まれるアンモニアの分子数は何個か。
 (3) 1.8×10^{23} 個の水素分子の質量は何 g か。また、標準状態での体積は何 L か。
 (4) 窒素が体積の 80%、酸素が体積の 20% を占める混合気体 1 mol の質量は何 g か。
 (5) 二酸化炭素 1 分子に、炭素原子が占める質量の割合は何 % か。四捨五入して整数で答えなさい。
 (6) 次のア～オのうち、標準状態で、密度が 3.17g/L である気体はどれか。

ア H_2 イ CH_4 ウ Cl_2 エ O_2 オ HCl