

このページは白紙です。

1 異なる濃さの塩酸と水酸化ナトリウム水溶液があります。2つの溶液を下の表のような体積で混ぜ合わせ、①～⑤の溶液をつくります。混ぜ合わせた溶液の体積はちょうど100 mlになります。

次に、①～⑤の溶液を煮詰めて水をすべて蒸発させ、残った固体の重さをはかります。下の問いに答えなさい。

	①	②	③	④	⑤
塩酸 (ml)	90	70	50	30	10
水酸化ナトリウム水溶液 (ml)	10	30	50	70	90
残った固体の重さ (g)	1.5	4.5	7.5	8.0	6.0

- (1) 水溶液の性質として誤っているものをすべて選び、記号で答えなさい。
- (ア) 水溶液の重さは、溶かしたものの重さと、溶かしている水の重さの和である
 (イ) 水溶液は、どの部分をとっても濃さは同じである
 (ウ) 水溶液の体積は、溶かしたものの体積と、水の体積の和である
 (エ) 水溶液を煮詰めると、最後に必ず固体が残る
 (オ) 水溶液をろ過しても、溶かしたものを分けることはできない
- (2) 混ぜた水酸化ナトリウム水溶液の体積 (ml) と、残った固体の重さ (g) の関係をグラフで表しなさい。
- (3) BTB液を加えたとき、青くなる溶液をすべて選び、①～⑤の記号で答えなさい。
- (4) 実験で用いた塩酸と水酸化ナトリウム水溶液をいろいろな割合で混ぜ、全体で100 mlの溶液をつくります。水を蒸発させたとき、残った固体が最も多くなるのは、塩酸と水酸化ナトリウム水溶液をそれぞれ何mlずつ混ぜ合わせたときですか。整数で答えなさい。
- (5) 実験で用いた塩酸 45 mlと水酸化ナトリウム水溶液 65 mlを混ぜてリトマス紙につけます。色が変わるリトマス紙は何色から何色に変わりますか。また、この溶液を煮詰めて水をすべて蒸発させると、残った固体は何 g になりますか。小数第1位まで答えなさい。

2 植物が成長し、数を増やしていくためには、適切な日光や温度、肥料などが必要です。ウキクサを使って次のような実験をしました。

ウキクサは、水面で生活する植物です。図1-①のように、卵形の葉が本体になります。このような葉が、いくつかくっついて図1-②のようなかたまりをつくります。ウキクサの数を数える時は、葉1つを1つの体とします。

ウキクサに与える液体肥料の濃さと、ウキクサの増え方について、関係調べました。



図1-①

図1-②

準備 ウキクサ（大きさや色、根の長さ和本数など、できるだけそろえる）
ビーカー（200 ml）、大型バット（深さ10 cm以上）、温度計、
4種類の培養液*（液体肥料の濃さ 0%、0.1%、0.3%、0.5%）、水道水

培養液*…ここではウキクサを育てる溶液を培養液と呼ぶ

方法 ① 実験容器は、窓側の明るいところに置く。大型バットに水道水を入れ、それぞれの培養液が入ったビーカーを入れる。
② 培養液にウキクサを3つずつ入れる。ビーカーにはラップフィルムをかける。
③ 3日ごとにウキクサを数え、培養液の水温を測定する。測定のたびに、ビーカーの位置を入れかえる。
④ 培養液は5日ごとに新しくする。

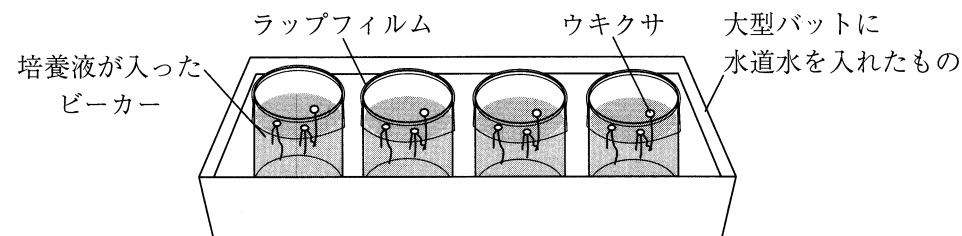


図2

結果 1 4種類の濃さの培養液で育てた時のウキクサの数の変化
実験中の培養液の水温は23.5～25.5℃の範囲で、大きな変化はなかった。

培養液 \ 日数	0	3	6	9	12
水道水(液体肥料0%)	3	11	14	19	20
液体肥料0.1%	3	11	21	38	60
液体肥料0.3%	3	13	17	29	38
液体肥料0.5%	3	7	8	14	15

(1) 図1に示したウキクサの特徴から、ウキクサは、次のどちらのグループに分類できますか。AまたはBの記号で答えなさい。また、なぜそう考えたのか、理由を1つ答えなさい。

Aのグループ； ホウセンカ・インゲンマメ・アブラナ

Bのグループ； イネ・トウモロコシ・ススキ

(2) 水道水を入れた大型バットに、培養液が入ったビーカーを入れるのはなぜですか。最も適切な理由を選び、記号で答えなさい。

(ア) どのビーカーの水温も、大きな差が出ないようにするため

(イ) どのビーカーも、まわりが汚れないようにするため

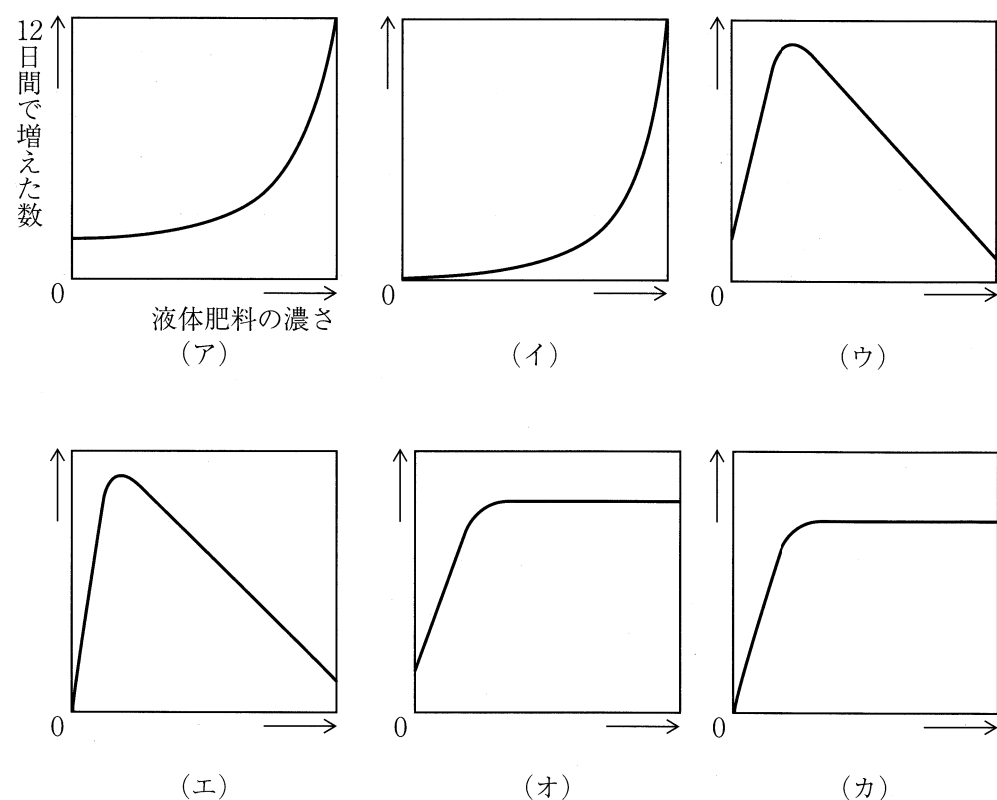
(ウ) どのビーカーにも、虫などの侵入者が入らないようにするため

(エ) どのビーカーにも、同じくらい光が当たるようにするため

(オ) どのビーカーも、底まで光が届くようにするため

(3) 液体肥料の濃さとウキクサの増え方について考えます。

横軸に液体肥料の濃さをとり、縦軸に12日間で増えた数をグラフに表すと、どのような形になりますか。最も適切なものを選び、記号で答えなさい。



4種類の培養液のうちで、最も適した肥料の濃さが分かりました。

その培養液のビーカーを、12日目以降も観察し続けました。

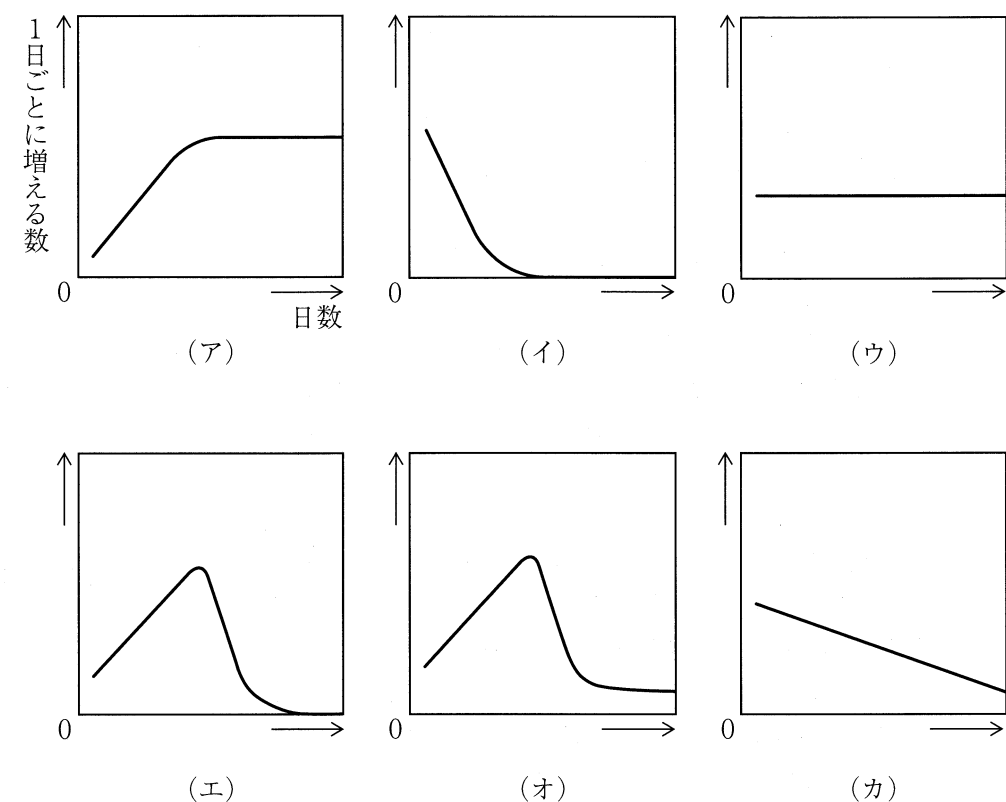
結果 2 4種類の培養液のうち、最も適した濃さで育て続けたときのウキクサの数の変化

培養液の水温は24.0～25.5℃の範囲で大きな変化はなかった。

日 数	15	18	21	24	27	30
ウキクサの数	85	91	94	95	95	94

(4) 4種類のうち、最も適した濃さで30日間育てた時、日数とウキクサの数の関係をグラフに表しなさい。

(5) (4)の0～30日目について、1日ごとに増えるウキクサの数をグラフに表すと、どのような形になりますか。最も適切なものを選び、記号で答えなさい。



(6) 結果2によると、適した肥料の濃さであっても、21日目以降は、ウキクサの数はほとんど増えていません。原因はどのようなことか、簡単に説明しなさい。

3 地球の大きさや、地球から月や太陽までの距離を、どのようにしたら測ることができるでしょうか。古代から現代にいたるまでの工夫について考えます。

(1) 紀元前に古代ギリシア人のエラトステネスは、次のように地球一周の長さを求めました。

エジプトのシエネという町では、夏至の正午、井戸の中の水面に太陽がうつります。

同じ夏至の正午に、シエネから北に 900 km はなれたアレクサンドリアでは、太陽は真上より 7° 下がったところに見えます。

- ① シエネという町は、世界地図の上では、何と呼ばれる線の上にあることがわかりますか。
- ② 地球と太陽はとても遠いのでシエネに注ぐ太陽光は、アレクサンドリアに注ぐ太陽光と平行とみなせます。地球一周の長さはおおよそ何万 km ですか。解答らんに合うように、小数第 1 位まで答えなさい。

(2) 月食を利用すると、地球と月の直径の関係がわかります。最も長い月食では、月食が始まってから、月がすべて地球の影に入るまで 60 分かかります。そして、月食が始まってから終わるまでに 300 分かかります。このことから考えると、地球の直径は月の直径のおよそ何倍ですか。整数で答えなさい。なお、太陽光によってできる地球の影の大きさは、地球の大きさと同じとします。また、地球の公転による影響はないものとします。

地球から月までの距離を測ることもできます。

5 円硬貨を満月に向け、まっすぐ腕を伸ばします。すると、5 円硬貨の穴を通して満月がちょうどぴったりに見えます。5 円硬貨の穴の直径を 5 mm、目から 5 円硬貨までの距離を 50 cm とすると、地球から月までの距離は、月の直径のおよそ 100 倍になります。

古代ギリシア人のアリストアルコスは、地球から太陽までの距離を求めようとして、地球から見た月と太陽がなす角を利用しました。地球・月・太陽が、図 1 のような位置関係にあるときを考えます。地球と月を結ぶ線が、月と太陽を結ぶ線と直角になっています。なお、図 1 では地球の北極が見えています。

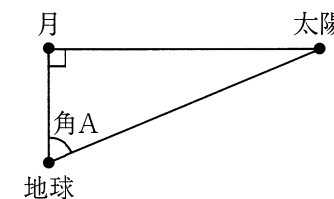
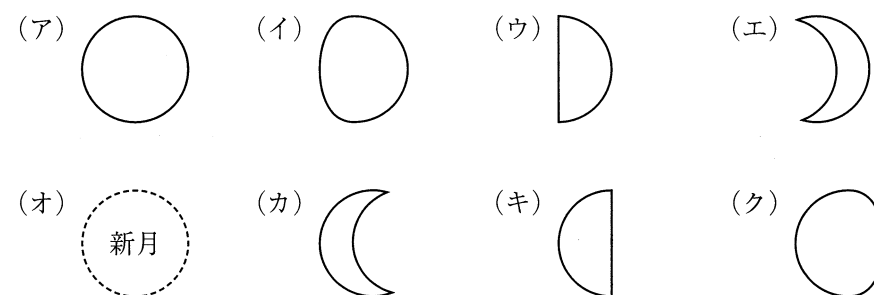


図 1

(3) 図 1 の位置関係にあるとき、地球の北半球からみて、月の形はどのように見えますか。もっとも近いものを選び、記号で答えなさい。



アリストアルコスは、図 1 の角 A を 87° と測定しました。今では、角 A はもっと 90° に近い 89.85° とわかっています。角 A が 89.85° の直角三角形を考えると、地球から太陽までの距離は、地球から月までの距離のおよそ 400 倍とわかりました。

(4) 皆既日食は地球からみた月と太陽の大きさが等しいことで起こります。ここまでにわかったことから、太陽の直径は地球の直径のおよそ何倍とわかりますか。整数で答えなさい。

現在では、月までの距離をレーザー光で精密に測れるようになりました。アポロ計画などで月には複数のレーザー反射板が置かれているからです。図2は、アポロ11号によって月面に設置された反射板です。一辺45cmの正方形の反射板が、台の上に斜めに設置されています。

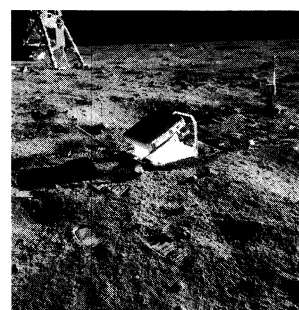


図2

地球上からこのレーザー反射板に向かってレーザー光を照射し、その光が反射して戻ってくるまでの時間で、月までの距離を求めることができます。たとえば、2.4秒で戻ってきたとします。光の速さは秒速30万kmですから、地球上から月面までの距離は36万kmとわかります。

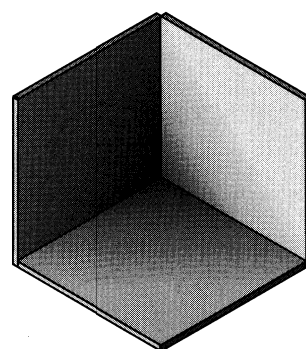


図3

月面に置かれたレーザー反射板は、1枚の平らな鏡ではなく、図3のように鏡を互いに直角に合わせています。このように3枚の鏡を組み合わせたものをコーナーキューブと呼びます。

図4は、アポロ15号によって月面に設置された反射板です。たくさん並んだ直径4cmほどの穴のそれぞれに、小さなコーナーキューブが入っています。

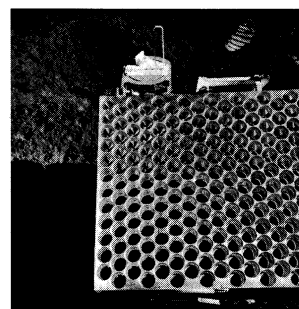


図4

レーザー反射板として、1枚の平らな鏡ではなく、コーナーキューブを用いる理由を考えます。

- (5) ① 直角に組み合わさった2枚の鏡に、図5のように光が入ってきました。この光は2枚の鏡によって、どのように反射して進んでいきますか。解答用紙の正方形の方眼を用いて図示下さい。

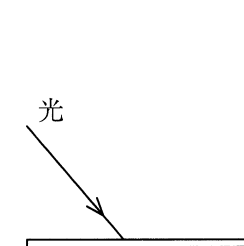


図5

- ② ①の図からわかることを説明します。次の()を適切に補いなさい。

「一枚の平らな鏡とちがって、コーナーキューブならば、レーザー光が反射したあと、必ず()。」

月までの距離はとても遠いので、地球からレーザー光を発射するときは、天体望遠鏡を使って月面のレーザー反射板をねらいます。図6は、天文台から月の反射板に向かってレーザー光を発射しているようすです。

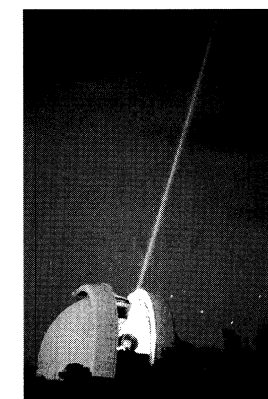


図6

細く広がりにくいレーザー光も、月面に着くころには2kmほどの幅に広がってしまいます。レーザー反射板が反射できるのは、地球から出たレーザー光のごく一部なのです。さらに、反射されたレーザー光も広がっていくので、地球にもどってきたときには、とても弱い光になっています。地球に届く反射光を強くするためには、さまざまな工夫が必要です。

その工夫のひとつとして、月面の反射板のコーナーキューブは、実は鏡ではなくプリズムでできています。

図7は、そのプリズムの断面図です。プリズムには互いに直角な面があります。

透明なプリズムが、鏡のように光を反射できる仕組みについて考えます。

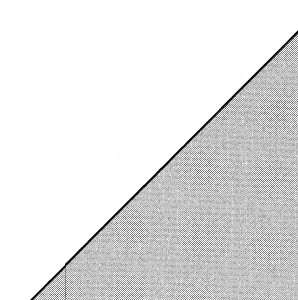


図7

図8は、プリズムに光が入るときのようなすを示しています。

図9は、プリズムから光が出るときのようなすを示しています。

どちらも屈折して光が進んでいますが、このとき、一部の光は反射しています。点線は、プリズムの面に垂直に引いた線です。光が反射するとき、入射角と反射角の大きさは、つねに同じです。

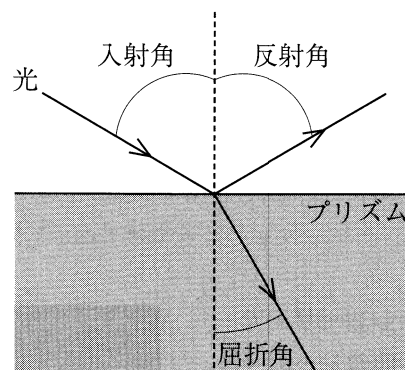


図8

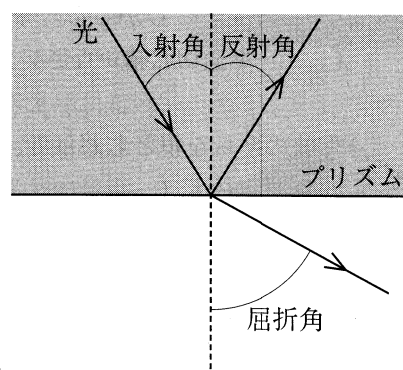


図9

(6) 図8と図9から、プリズムが鏡のように光を反射するのはどういうときか、考えます。次の①、②に適した、語句や数字を答えなさい。

図9で光がプリズムの中から屈折して出るとき、屈折角は入射角より(①)です。よって、入射角を少しずつ大きくしていくと、入射角より先に屈折角が(②)度になります。さらに入射角を大きくすると、光はプリズムの外に出られなくなり、すべての光が反射するようになります。このような反射を全反射といいます。

鏡による反射では、一部の光が鏡に吸収されます。全反射では光が吸収されません。よって、月面の反射板では、鏡ではなくプリズムを用いています。

(7) 図10のような断面のプリズムに、光が屈折して入っていききました。この光のその後の進み方を解答用紙の正方形の方眼を用いて図示しなさい。ただし、光がこのプリズム中から出ようとするとき、図11よりも大きい入射角では、全反射するとします。また、全反射以外の反射は図示しないこと。

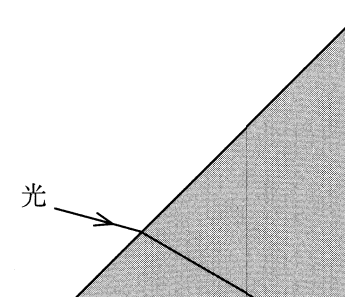


図10

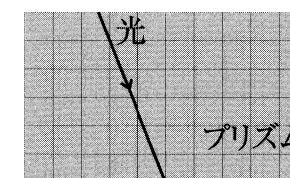


図11

アポロ計画で月にレーザー反射板が置かれてから40年ほどたっていますが、今もレーザー反射板を用いた観測は続いています。近年では、月までの距離をミリメートルの細かさで測ることができるようになり、地球と月の距離は、平均して1年あたり3.8cmずつ遠ざかっていることもわかりました。